

Aus dem Medizinischen Zentrum für Radiologie

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. K. J. Klose

Klinik für Strahlendiagnostik

Direktor: Prof. Dr. K. J. Klose

Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

# Reduktion der Befund- Turn-around-Time in der Klinik für Strahlendiagnostik

Prozessoptimierung nach der Six Sigma Methode

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin  
dem Fachbereich Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Christian Wecker

aus Bergisch Gladbach

Marburg 2011

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:

19.04.2012

Gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Rothmund

Referent: Prof. Dr. med. Klaus J. Klose

Korreferent: Prof. Dr. med. Richard Dodel

meinen Eltern

# Gliederung

Gliederung .....	- 4 -
Abkürzungsverzeichnis .....	- 8 -
1. Einleitung .....	- 9 -
1.1 Radiologie im Zeitalter der DRG's .....	- 9 -
1.2 Rechtlicher Rahmen - Röntgenverordnung.....	- 9 -
1.3 Prozesskette in der Radiologie - Circle of events .....	- 10 -
1.4 Radiologische Prozesslaufzeiten –Turn Around Time .....	- 11 -
1.5 Six Sigma (6σ) .....	- 12 -
1.6 Projekt „Reduktion der Befundlaufzeiten – R-TAT“ .....	- 13 -
2. Material und Methoden .....	- 16 -
2.1. Klinik für Strahlendiagnostik – Strukturqualitäten.....	- 16 -
2.2. Radiologische Prozesskette .....	- 17 -
Anforderung .....	- 17 -
Leitstelle .....	- 18 -
Durchführung .....	- 18 -
Befundung .....	- 18 -
Vidierung .....	- 19 -
Betrachtung.....	- 19 -
Sonderfall: Der Vorabbefund .....	- 19 -
2.3. Klinische Informationsverarbeitung .....	- 20 -
Orbis [Version Orbis/OpenMed: 05.07.28.220] .....	- 20 -
IMPAX [Version 3.3.20 Q4/2008] .....	- 21 -
2.4 Total Quality Management (TQM) .....	- 23 -
2.5. Six Sigma Methodik - DMAIC-Cycle .....	- 26 -
Zeitplan des Projekts „Befundlaufzeiten“ .....	- 27 -
Define-Phase .....	- 28 -
SIPOC – Projektfokussierung .....	- 28 -
Tool I – Voice of Customer to CTQ .....	- 30 -
Projektauftrag .....	- 32 -
Darstellung der Situation .....	- 32 -
Projektziel.....	- 32 -
Projektfokus .....	- 32 -
Betrachteter Prozess .....	- 33 -
Who is Who .....	- 33 -

Zeitraahmen .....	- 34 -
Bedarf .....	- 34 -
Measure Phase .....	- 35 -
Messbare Zeitspannen und Qualität des Messsystems .....	- 35 -
Das Paretoprinzip .....	- 37 -
Planung des Monitoring .....	- 38 -
Tool II: CTQ zu Messgrößen.....	- 38 -
Analyze Phase.....	- 39 -
Ishikawa – Ursache-Wirkungs-Diagramm .....	- 39 -
Tool III – Bewertung der identifizierten Teilprobleme und Korrelation mit dem Grundproblem .....	- 40 -
Improve Phase.....	- 41 -
Erarbeitung der Lösungsansätze und des SOLL-Prozesses.....	- 41 -
Control Phase .....	- 42 -
Präsentation .....	- 42 -
Roll-Out des verbesserten Prozesses .....	- 43 -
Projektabschluss.....	- 43 -
2.6 Minitab und statistische Auswertungen .....	- 43 -
3. Ergebnisse.....	- 44 -
3.1. Ergebnisse der Measure Phase .....	- 44 -
Statistische Auswertung der Befundlaufzeiten .....	- 44 -
Sichtung der Daten.....	- 45 -
„Just in time“ .....	- 45 -
Angabe der Dringlichkeit im <i>Orbis</i> .....	- 46 -
Der IST-Prozess im Detail .....	- 46 -
Quick Hit „Befundender Arzt“ .....	- 47 -
3.2. Ergebnisse der Analyze Phase.....	- 48 -
Langläuferanalyse.....	- 48 -
Analyse des Arbeitsverhaltens – Potential to improve .....	- 52 -
Potentielle Fehlerquellen im KIS .....	- 53 -
Der befundende Arzt in der Datenerfassung .....	- 53 -
Manuell eingetragene Zielperson im Befundformular.....	- 54 -
Die Listen .....	- 54 -
Automatisch eingetragener Zielbenutzer. ....	- 54 -
3.3. Ergebnisse der Improve Phase .....	- 55 -

Die 10 Hauptprobleme und ihre Lösungen .....	- 55 -
1. Voraufnahmen, die nicht im PACS vorliegen, aber in unserer Abteilung erstellt wurden, werden dem Arzt nicht automatisch vorgelegt .....	- 55 -
2. Quittieren im Block. Unvollständiges Abarbeiten eines Vorgangs .....	- 56 -
3. Leerlauf am Morgen, volle Liste am Nachmittag .....	- 57 -
4. Langläufer durch Fehlquittierung.....	- 58 -
5. Die Liste des Assistenzarztes ist bei Dienstschluss nicht leer.....	- 59 -
6. Bilder erscheinen bei Klick auf Button "Bilder" nicht im PACS. ....	- 60 -
7. Die Vorbereitung der klinischen Konferenzen kostet die Ärzte zu viel Zeit.....	- 61 -
8. Häufige Unterbrechung durch Nachfragen klinischer Kollegen.....	- 63 -
9. Unterbrechung durch Rückfragen der MTRA zu Protokollen an CT und MRT. ....	- 64 -
10. Unterbrechung der Befundung durch Legen venöser Zugänge. ....	- 65 -
Folgeproblem: „Workflow im Notfallbereich“ .....	- 66 -
„Fertig kein Befund“ .....	- 68 -
Wahlleistungspatienten .....	- 69 -
3.4. Ergebnisse der Control Phase - CTQs .....	- 70 -
„Just in time“-Befunde .....	- 70 -
Projektionsradiografie.....	- 71 -
Computertomografie .....	- 74 -
Magnetresonanztomografie .....	- 77 -
3.5. Gesamtergebnis .....	- 78 -
4. Diskussion .....	- 81 -
4.1 Diskussion der Ergebnisse .....	- 81 -
4.2 Die Umsetzung der 10 Hauptproblemlösungen.....	- 82 -
4.3 Six Sigma als Managementphilosophie – auch im Gesundheitswesen.....	- 84 -
4.4 Der Kunde und die Qualität.....	- 86 -
4.5 Der Gewinn.....	- 87 -
4.6 Das Projekt .....	- 88 -
Projekttypen.....	- 88 -
Projekt „Reduktion der Befundlaufzeiten“ .....	- 89 -
Der Zeitplan des Projektes .....	- 89 -
4.7 Die Statistik.....	- 90 -
4.8 Das Team .....	- 92 -
4.9 Prozessfähigkeit und Prozessleistung .....	- 93 -
4.10 Orbis .....	- 94 -

Auswertung der Zeitspannen - Theorie und Praxis .....	- 94 -
KIS-RIS-PACS effektiv nutzen .....	- 95 -
4.11 Benchmark .....	- 96 -
5. Zusammenfassung und Fazit .....	- 98 -
Literaturverzeichnis .....	- 102 -
Anhang .....	- 109 -
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis .....	- 114 -
Zusammenfassung .....	- 116 -
Abstract .....	- 117 -
Verzeichnis der akademischen Lehrer .....	- 118 -
Danksagung .....	- 119 -

## Abkürzungsverzeichnis

AA	Assistenzarzt
C	Constant
CT	Computertomographie
CTQ	Critical to Quality (Qualitätskritisches Merkmal)
CR	Projektionsradiografie
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
DRG	Diagnosis Related Groups
DSA	Digitale Subtraktionsangiographie
DV	Datenverarbeitung
EFQM	European Foundation for Quality Management
EN	Europäische Norm
FA	Facharzt
ISO	International Organization for Standardization
KAS	Klinisches Arbeitsplatzsystem
KIS	Krankenhausinformationssystem
KTQ	Kooperation für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen
LL	Langläufer (Befunde mit RTAT > 24 h)
LLTR	long lead time reports
MTRA	Medizinisch technische/r Röntgenassistent/in
MRT	Magnetresonanztomographie
MVZ	Medizinisches Versorgungszentrum
NIST	National Institute of Standards and Technology
N	Noise
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PACS	Picture Archiving and Communication System
PID	Patientenidentifikationsnummer
RIS	Radiologieinformationssystem
RöV	Röntgenverordnung
RTAT	Report Turn-around Time
SIPOC	Supplier, Input, Prozess, Output, Customer
TAT	Turn-around Time
TQM	Total Quality Management
TTAT	Total Turn-around Time
V	Variable
VA	Voraufnahmen



# 1. Einleitung

## 1.1 Radiologie im Zeitalter der DRG's

Seit dem Beginn der Budgetierung der Krankenhauskosten im Jahre 1996, d.h. der Umstellung von Kostendeckungsprinzip hin zu prospektiven Formen der Finanzierung stationärer Patientenversorgung, besteht ein kontinuierlicher ökonomischer Anpassungsdruck. Eine neue Qualität wurde im Jahre 2003 mit der Umstellung auf ein fallpauschaliertes Entgeltsystem, die sog. „Diagnosis Related Groups“ (DRG), erreicht. Um wirtschaftlich bestehen zu können, erfolgt in den Krankenhäusern seither eine zunehmende Ökonomisierung der stationären Versorgung (Buhr, 2006).

Ein grundlegender Unterschied zur früheren Abrechnung nach tagesgleichen Pflegesätzen ist die in den DRG's festgelegte Verweildauer. Hierbei werden pauschal, abhängig vom Krankheitsbild, untere und obere Verweildauergrenzen festgelegt. Vereinfacht betrachtet muss, um wirtschaftlich erfolgreich zu arbeiten, die stationäre Behandlung des Patienten innerhalb dieser Verweildauer abgeschlossen sein. Ein wesentlicher Faktor für diese verweildauergerechte Patientenversorgung ist die zeitnahe Verfügbarkeit radiologischer Untersuchungen und des zugehörigen fachradiologischen Befundes.

Dieser Zeitdruck in der stationären Patientenversorgung und die zunehmenden technischen Möglichkeiten führten in den letzten Jahren zu einer raschen Digitalisierung der radiologischen Arbeitsprozesse. So erfolgte in vielen Kliniken nach der digitalen Untersuchungsanmeldung auch die digitale Bilderstellung, Bildarchivierung und Befundung. Die Betrachtung von Röntgenfilmen vor Lichtquellen („hard copy reading“) und die Schnittbildbetrachtung an lokalen Workstations wurden von volldigitalen und netzwerkbasierten Befundarbeitsplätzen abgelöst („soft copy reading“).

## 1.2 Rechtlicher Rahmen - Röntgenverordnung

Die „Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen“, kurz Röntgenverordnung (RöV), definiert die radiologische Leistung als Einheit aus Bild und Befund (Trittin, 2003). Es wird zwischen *Bildbetrachtung* und *Bildbefundung* unterschieden, wobei die *Betrachtung* das Nachvollziehen eines fachkundig erhobenen Befundes am Bild und die *Befundung* die initiale Beurteilung des Bildes durch einen im Sinne der RöV

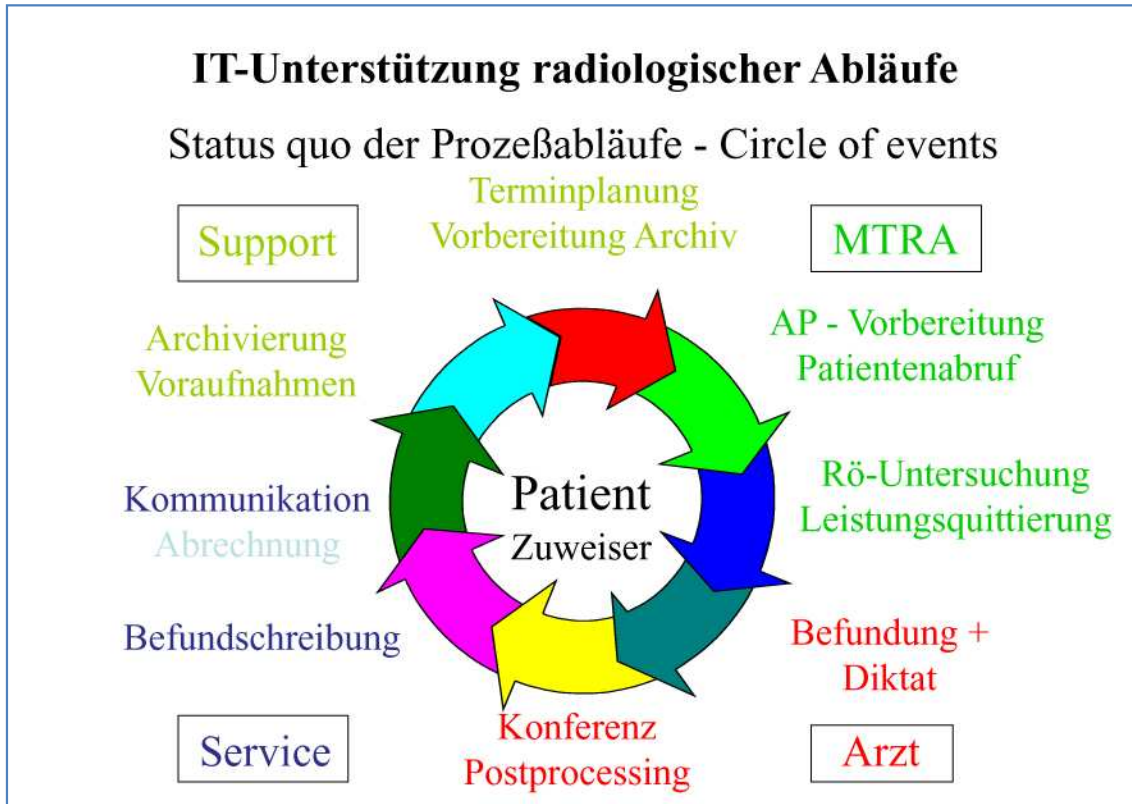
fachkundigen Arzt beschreibt. Während für die *Betrachtung* eines Bildes handelsübliche Hard- und Software ausreicht, werden für die *Befundung* besonders an die Monitore der Workstations erhöhte technische Anforderungen (u.a. Orts- und Kontrastauflösung) gestellt, die eine potentielle Quelle für Fehlbefunde eliminieren sollen. Die hierfür zugelassenen Workstations sind an die jeweiligen Anforderungen des radiologischen Arbeitsplatzes nach DIN V 6868-57 (NAR, 2002) angepasst und als Medizinprodukt um ein Vielfaches teurer als ein normaler PC. Sie werden daher bevorzugt an solchen Arbeitsplätzen eingerichtet, an denen tatsächlich eine *Befundung* im Sinne der Röntgenverordnung stattfindet, wie z. B. in einer radiologischen Abteilung.

Integrierte Systeme aus "Krankenhaus-Informationssystem (KIS)", Radiologie-Informationssystem (RIS)" und "Picture Archiving and Communication System" (PACS) bieten die technische Möglichkeit, elektronisch angeforderte Bildgebung unmittelbar nach der Erstellung einzusehen. Rechtlich darf Bildbetrachtung jedoch nur in Zusammenschau mit dem fachradiologisch erstellten Befund erfolgen (Trittin, 2003). Bilder dürfen also dem anfordernden Arzt erst dann zugänglich gemacht werden, wenn ein solcher Befund vorliegt (Ulsenheimer, 1997). Früher lag die Einhaltung dieser Verordnung in der Verantwortung eines jeden Arztes. Auf Basis der digitalen Prozesskette besteht heute die Möglichkeit, das Risiko eines Organisationsversagens auf Grund nicht fachkundiger Bildbefundung zu minimieren. Der Grundsatz „kein Bild ohne Befund“ erfordert jedoch eine organisatorische Umstellung der Abläufe in einer radiologischen Klinik.

### **1.3 Prozesskette in der Radiologie - Circle of events**

Die Abläufe in einer radiologischen Klinik lassen sich generisch in einer Prozesskette darstellen, die von der Anforderung einer Leistung (= Order entry – OE) bis zu deren Befundmitteilung (= Result Reporting – RR) reicht. Diese Prozesskette, im angloamerikanischen Sprachgebrauch auch gerne als „Circle of events“ bezeichnet, wird unabhängig von den Strukturen der Radiologie, sei es eine analoge, d.h. papier- und filmbasierte Arbeitsweise bzw. eine digitale Struktur, durchlaufen.

Abbildung 1: Status quo der radiologischen Prozessabläufe



K. J. Klose, et al.: 82. Deutscher Röntgenkongress, 23.05. - 26.05.2001, Wiesbaden

#### 1.4 Radiologische Prozesslaufzeiten –Turn Around Time

Um den neuen Anforderungen, d.h. den vorgegebenen Verweildauern der bettenführenden Abteilungen im Rahmen des pauschalierten Entgeltsystems (DRG's) gerecht zu werden und eine effiziente Patientenversorgung zu ermöglichen, müssen alle Zulieferprozesse, wie z. B. die Bildgebung, den veränderten Rahmenbedingungen angepasst und deren Laufzeiten so kurz wie möglich gestaltet werden (Boland, 2008). Grundsätzlich müssen dabei zwei wesentliche Komponenten der „Total Turn around Time (TTAT)“ differenziert werden. Die TTAT umfasst die Gesamtzeit von der Anmeldung einer radiologischen Leistung durch den zuweisenden Kollegen bis hin zur Validierung/Validierung durch einen fachkundigen Arzt. Sie enthält neben der eigentlichen Untersuchungszeit (heute meist sehr kurz) die Zeitspannen „Wartezeit“ (Anmeldung bis Durchführung der Untersuchung = OE – Study = Study turn around time - STAT) und „Befundlaufzeit“ (Study – RR). Die letzte Zeitspanne wird als „Report turn around Time (RTAT)“ bezeichnet und beinhaltet die rein ärztlich-radiologische Tätigkeit der Bildbe-

fundung. Die RTAT wird trotz derzeit noch fehlender Standardisierung neben der Anzahl der Untersuchungen zunehmend als Leistungsindikator radiologischer Einrichtungen auch für akademische Lehrkrankenhäuser angesehen (Ondategui-Parra, 2004).

Die Digitalisierung des radiologischen Arbeitsprozesses allein beinhaltet als Prozessinnovation per se eine z. T. drastische Verkürzung von Untersuchungszeiten (z. B. digitale Radiographie mit Festkörperdetektoren, Mehrzeilen-Computertomographie). Zur Optimierung der TTAT müssen jedoch auch organisatorische Maßnahmen getroffen werden, die mit einer Veränderung des Arbeitsverhalten und der Ablauforganisation einhergehen.

Zur weiteren Optimierung der RTAT und zur Verstetigung der Ergebnisse bietet sich hier der Einsatz erprobter Qualitätsmanagementmethoden an, um den hohen Qualitätsstandard in der Patientenversorgung mit einer wirtschaftlich verantwortbaren Arbeitsweise zu koppeln (Erturk, 2005).

## **1.5 Six Sigma ( $6\sigma$ )**

„Six Sigma“ ist der Name einer Qualitätsmanagementmethodik. Sie wird heute hauptsächlich in großen Wirtschaftsunternehmen eingesetzt. Ihr Kernelement ist die Beschreibung, Messung, Analyse, Verbesserung und Überwachung von Prozessen mit statistischen Mitteln. Diese Elemente werden iterativ im sogenannten DMAIC-Cycle eingesetzt. Die Ziele orientieren sich allgemein an wichtigen Kenngrößen des Unternehmens und an den Kundenbedürfnissen (Toutenburg, 2007c). Über verschiedene Werkzeuge wird ermittelt, in welcher Art Prozesse verändert werden müssen, um den Bedürfnissen des Kunden gerecht zu werden.

Der Name "Six Sigma" ist aus dem Ziel der Prozessoptimierung abgeleitet. Angestrebt wird ein Prozess, dessen Streubreite so gering ist, dass die Standardabweichung (symbolisiert mit dem griechischen Buchstaben Sigma „ $\sigma$ “) 12-mal innerhalb der Spezifikationsgrenzen untergebracht werden kann. Unter Berücksichtigung einer zu erwartenden Streuung von  $1,5\sigma$  entspricht dieses Ziel rechnerisch einer Wahrscheinlichkeit von 3,4 Fehlern bei 1.000.000 Fehlermöglichkeiten. Man spricht daher auch visionär vom „Null-Fehler-Management“ (Wappis, 2008i).

Six-Sigma-Verbesserungsprojekte werden von speziell ausgebildeten Mitarbeitern durchgeführt. Das führungspsychologische Konzept von Six Sigma beruht auf Rollendefinitionen, die sich an den *Rangkennzeichen* (Gürtelfarbe) japanischer Kampfsportarten orientieren (John, 2007b; Magnusson, 2003b; Slater, 1999):

Der *Master Black Belt* ist ein Vollzeitverbesserungsexperte; er wirkt als Coach, Trainer und Ausbilder.

Der *Projekt-Champion* (auch *Projekt-Sponsor*) ist in der Regel ein Mitglied der Unternehmensführung und Auftraggeber eines Six-Sigma-Projekts. Häufig ist er auch der Prozesseigner für den zu verbessern den Prozess.

Der *Black Belt* ist ebenfalls auf Vollzeitbasis als Verbesserungsexperte tätig; er übernimmt Projektmanagementaufgaben und hat eingehende Kenntnisse in der Anwendung der verschiedenen Six-Sigma-Methoden.

Der *Green Belt* ist im mittleren Management angesiedelt und wird für definierte Projekte aus der arbeitstäglichen Routine herausgenommen, um als Teammitglied an Projekten teilzunehmen oder auch selbst kleinere Projekte zu leiten.

Daneben gibt es je nach Unternehmen auch „inoffizielle“ Gürtel-Farben (z.B. *White Belts*, *Yellow Belts*) (Magnusson, 2003b). Diese sind unter dem Green Belt angesiedelt und übernehmen in der Regel keine Projektleitungsaufgaben.

## **1.6 Projekt „Reduktion der Befundlaufzeiten – R-TAT“**

Triebfeder für die Initialisierung des Projektes war neben einer verweildauergerechten Patientenversorgung der bevorstehende Abschluss der Digitalisierung aller Modalitäten und die Routineeinführung des seit Dezember 2003 im Test befindlichen PACS in die klinische Routine. Hiermit einhergehen sollte aus wirtschaftlichen Erwägungen auch die Einstellung der filmbasierten Arbeitsweise.

Ein bewährtes Prinzip in der Prozessoptimierung ist das schrittweise Vorgehen. Hierbei wird der Gesamtprozess nicht als Ganzes optimiert, sondern in Teilprozesse zerlegt, die jeweils in kleinen und überschaubaren Projekten optimiert werden (Wagner, 2007). Da die Optimierung der Study Turn Around Time (S-TAT: eigenes Projekt, im April 2009 angelaufen) ganz erheblich von extern zu verantwortenden Parametern abhängt, wie zum Beispiel der Zahl der Untersuchungsplätze und des hierfür vorgehaltenen Perso-

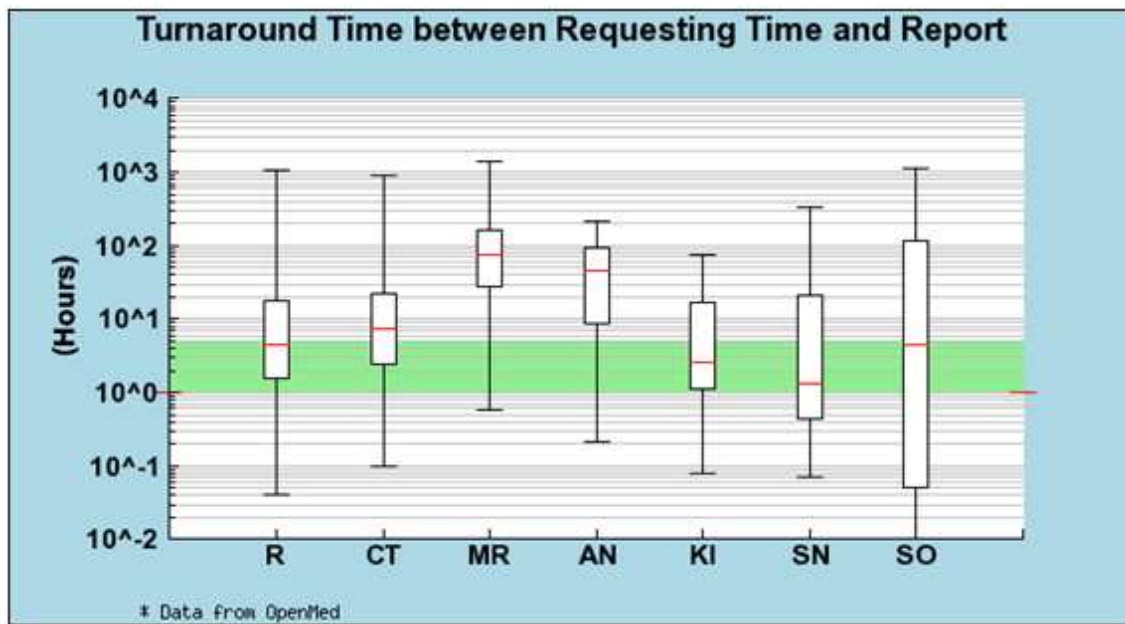
nals, konzentrierten wir uns in der ersten Gesamtprojektphase daher auf die allein mit internen Ressourcen zu bewerkstellende Optimierung der R-TAT.

Der erste große Schritt zur Verkürzung der Report turn around Time (RTAT) erfolgte in der Klinik für Strahlendiagnostik bereits im Jahre 1997. Seither werden die Befunde durch den Radiologen selbst schon während der initialen Befunderhebung in das elektronische Formular eines damals noch nicht integrierten Radiologie-Informationssystems der Firma „MEDOS“ eingetragen. Das Schreiben des diktierten Textes durch Schreibkräfte entfiel dadurch weitgehend. Dabei wurde auch Wert darauf gelegt, die Befunde kürzer und präziser zu formulieren.

Die im Universitätsklinikum seit 1999 im Einsatz befindliche Software (ORBIS OPENMED) mit dem integrierten "radiologischen Arbeitsplatz (RAPL)" liefert keine routinemäßig nutzbaren Steuerungs- und Managementdaten. Sie gestattet jedoch, wie die meisten Informationssysteme, die Auswertung der Befundlaufzeiten über im System abgelegte „Zeitstempel“, die bei jeder Transaktion mitgeschrieben werden.

Erste informelle Auswertungen erfolgten 2002, wurden aber wegen des damit verbundenen Aufwands nicht routinemäßig verfolgt. In Anbetracht der bevorstehenden Routine-PACS-Implementierung erfolgt seit 2006 ein kontinuierliches Monitoring der RTAT. Dabei fielen Ausreißer in den Befunden mit Laufzeiten bis zu 1.000 Stunden auf. Für 12 % aller Befunde wurden mehr als 24 Stunden von der Bilderstellung bis zur fachärztlichen Vidierung benötigt.

Abbildung 2: Boxplot zur Auswertung der Total Turnaround Time (TTAT) in der Klinik für Strahlendiagnostik aus Januar 2006 über alle Modalitäten



Darstellung der Befundlaufzeit als Boxplot von der Anmeldung der radiologischen Untersuchung bis zur fachärztlichen Vidierung des zugehörigen Befundes (TTAT) auf einer logarithmischen Skala. Der rote Strich bezeichnet den Median, im Kasten befinden sich 50% aller Werte. Der obere und untere Querstrich eines Plots bezeichnet die längste bzw. kürzeste Laufzeit. Grün hinterlegt ist die Zeit von 1h bis 4h, in der sich die Laufzeit wunschgemäß bewegen sollte. R: Projektionsradiografie, CT: Computertomografie, MR: Magnetresonanztomografie, AN: Angiografie, KI: Kinderradiologische Untersuchung, SN: Senologische Untersuchung, SO: Sonografie  
Quelle: Kontinuierliche Auswertung der Total Turnaround Time. Die Daten stammen aus dem Krankenhausinformationssystem „Orbis Openmed“

In der Folge wurde über alle Arbeitsbereiche eine untertägig mediane Befundlaufzeit von 4 Stunden als Ziel ins Auge gefasst, ohne dass es hierzu einen formalen Abstimmungsprozess gegeben hat. Das Feedback an die Mitarbeiter erfolgte in einzelnen Informationsveranstaltungen und die kontinuierlich erhobenen Ergebnisse wurden im Intranet der Klinik (Intranet-SDI) allen Mitarbeitern dargestellt, ohne dass dies zu einer nachhaltigen Verbesserung der Ergebnisse führte.

In Anlehnung an andere Zentren, die mit der Umsetzung von Total-Quality-Management-Methoden ihre Befundlaufzeiten um bis zu 50% reduzieren konnten (Seltzer, 1997), suchten wir ebenfalls nach Methoden, unsere Befundlaufzeiten nicht nur zu überwachen, sondern unsere Ausreißer zu analysieren und unsere Prozesse effektiv so umzugestalten, dass sie den rechtlichen Rahmenbedingungen der RÖV und den klinischen Anforderungen nach einer Umstellung auf eine rein digitale Arbeitsweise gerecht würden.

Da für die weiteren Verbesserungen erkennbar war, dass diese überwiegend mit einem zahlenbasierten Ansatz erreicht werden konnten, wurde „Six Sigma“ als Methode zur Analyse und Optimierung des Prozesses gewählt.

## **2. Material und Methoden<sup>1</sup>**

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Etablierung und nachfolgende Analyse einer Prozessinnovation. Die Evaluation von Prozessverbesserungen unterscheidet sich von der Betrachtung einer Produktinnovationen dadurch, dass zunächst einmal eine Analyse und Beschreibung des zu optimierenden Prozesses erfolgt, danach die Schritte zur Prozessoptimierung erfolgen, die in einem neuen, jetzt anders standardisierten Prozess enden<sup>2</sup>, ehe der Gesamtprozess abschließend evaluiert (gemessen) werden kann.

### **2.1. Klinik für Strahlendiagnostik – Strukturqualitäten**

#### Träger

Das *Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH* ist eine Aus- und Weiterbildungsinstitution, seit 2006 in privater Trägerschaft des Rhön-Konzerns mit 2376 Planbetten, davon 1185 am Standort Marburg.

#### Personal

In der *Klinik für Strahlendiagnostik* am (SDI) Standort Marburg sind neben dem Direktor und dem leitenden Oberarzt sechs Fachärzte und acht Assistenzärzte beschäftigt. Es gibt 29 technische Assistenten, sieben davon arbeiten halbtags. Das Serviceteam besteht aus vier Personen, die sich die Arbeit an der Leitstelle, an der digitalen Bildaufnahme und Bildausgabe sowie dem Filmarchiv teilen. Das Team der Datenverarbeitung besteht aus vier Mitarbeitern, im Sekretariat sind drei Personen beschäftigt, eine halbtags.

---

<sup>1</sup> In der *Klinik für Strahlendiagnostik* sind viele Positionen durch weibliche und männliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter besetzt. Zur Vereinfachung wird im Folgenden der männliche Begriff stellvertretend für beide Geschlechter synonym verwendet.

<sup>2</sup> die hierbei erzielten Ergebnisse werden in dieser Arbeit als intermediäre Ergebnisse in den Methodenteil integriert



## Geräteausstattung

Die Klinik für Strahlendiagnostik verfügt über zwei Computertomografen (ein Vierzeilengerät und ein 64-Zeilengerät mit Dual-Source-Technologie), zwei Magnetresonanztomografen (je 1,5 Tesla), über sieben projektionsradiografische sowie drei Durchleuchtungsarbeitsplätze. Die Behelfsaufnahmen auf den Intensivstationen werden mit vier mobilen Geräten durchgeführt. Alle Aufnahmen werden unmittelbar nach der Erstellung digital archiviert. Ein Filmausdruck erfolgt nicht.

## Leistungen

Im Jahr 2008 wurden in der *Klinik für Strahlendiagnostik* 115.543 Untersuchungen durchgeführt.

## 2.2. Radiologische Prozesskette

Die radiologische Prozesskette greift für die vorliegende Arbeit auf einen voll digitalen Organisationsprozess zurück, der kurz beschrieben werden soll:

### **Anforderung<sup>3</sup>**

Die Einführung des Krankenhausarbeitsplatz (*ORBIS OPENMED*) - mit integriertem Radiologearbeitsplatz (RAPL) als digitaler klinischer Arbeitsplatz (KAS) - erfolgte im Universitätsklinikum Marburg im Jahre 1999. Seit 2001 erfolgen die Anmeldung (OE) und Befundung der radiologischen Bildgebung (RR) rein elektronisch. Die Anforderung zu einer radiologischen Leistungserbringung erfolgt dabei in den patientenführenden Bereichen des Klinikum (Station, Poliklinik, Notaufnahme) in OPENMED auf Basis eines von der SDI bereitgestellten Leistungskataloges. Die Anforderung kann dabei vom medizinischen Assistenzpersonal vorbereitet werden, muss allerdings (Ausnahmen sollen hier nicht näher betrachtet werden) von einem Arzt elektronisch validiert (= vidiert) werden.

---

<sup>3</sup> Für extern zugewiesene Patienten wird die Anforderung in der SDI durch das Personal der Leitstelle vorbereitet.

## Leitstelle

Das so vidierte Anforderungsformular erscheint elektronisch in dem integrierten radiologischen Arbeitsplatz (RAPL) in einer Arbeitsliste unter dem Reiter „Leitstelle“. Hier wird je nach Leistungsbereich entschieden, ob die Anforderung ohne weitere Spezifizierung direkt an den Arbeitsplatz weitergeleitet werden kann, oder ob eine Indikationsprüfung bzw. eine Terminvergabe erfolgen muss. Dann wird das Formular in die Arbeitsliste des entsprechenden Arbeitsplatzes gesendet (DICOM: Basic worklist), an dem die Untersuchung durchgeführt werden soll.

**Abbildung 3: Überblick über die Arbeitslisten in ORBIS OPENMED. Geöffnet ist die leere Befundungsliste eines Assistenzarztes.**

Dat. / Drgl.	Anford.Stelle / Anf.	Patient, Geb.dat. / Zielbenutzer	Art	Untersuchung, Mobilität, Status / Termin
--------------	----------------------	----------------------------------	-----	--

## Durchführung

Das technische Assistenzpersonal (MTRA) öffnet am Arbeitsplatz ihre Arbeitsplatzliste (= worklist), führt die Untersuchung am Patienten durch, trägt die Untersuchungsparameter ein, legt entsprechend hinterlegte Leistungscodes ab (d.h. quittiert die Leistung) und sendet das Formular in die Befundungsliste des zuständigen Assistenzarztes. Die erstellte Aufnahme wird automatisch (autosend) in das Archiv des PACS gesendet und dort gespeichert (DICOM: Storage Commitment).

## Befundung

Der Assistenzarzt seinerseits öffnet seine Arbeitsplatzliste (= worklist) und bekommt über den Button „Bilder“ im jeweiligen Befundungsformular eines individuellen Patienten Zugriff auf die hierzu digital gespeicherten Bilder im integrierten RIS-PACS. Es erfolgt die radiologische Befunderstellung - schriftlich oder per Spracherkennungssoftware - und die Weiterleitung des vorläufigen Befundes in die Arbeitsliste des zuständigen Fach- (Ober-) arztes zur Vidierung.

Die schriftliche Befunderstellung erfolgt (außer in seltenen Ausnahmen) unmittelbar bei der Befunderhebung durch den Radiologen, zunehmend unter Nutzung der elektronischen Spracherkennungssoftware SpeechMagic® der Firma Philips.

### **Vidierung**

Der Facharzt öffnet Formular und Bilder, korrigiert ggf. den Befund und stellt den Befund mit seiner elektronischen Unterschrift online. Der Befund ist damit fachärztlich vidiert und validiert.

### **Betrachtung**

Dieser fachärztlich vidierte Befund kann nun von jedem Arzt, der in unmittelbarem Behandlungszusammenhang mit dem Patienten steht, über die elektronische Patientenmappe aufgerufen werden. Nach der Einführung des integrierten Bildarchivierungs- und Kommunikationssystems (PACS) in den Routinebetrieb (Dezember 2007) ist auch die Bildbetrachtung vollständig digitalisiert. Über den in OPENMED integrierten *Web-viewer* können die zuweisenden Kollegen seit September 2008 an jedem klinischen Arbeitsplatz (KAS) im Haus auf die radiologischen Bilder zugreifen. Auf den Ausdruck von Röntgenfilmen wird seit Oktober 2008 verzichtet.

### **Sonderfall: Der Vorabbefund**

Jeder Arzt, der über die Klinik für Strahlendiagnostik eingeloggt ist, hat die Möglichkeit, Vorabbefunde zu erstellen und diese zu vidieren. Ein Vorabbefund gilt demnach als *vorläufige und häufig nicht fachärztliche Mitteilung* und muss bei der weiteren Therapieplanung entsprechend eingestuft werden. Bestehen Zweifel an der Richtigkeit, muss umgehend ein Facharzt hinzugezogen werden. Vorabbefunde werden sowohl aus organisatorischen wie aus medizinischen Gründen genutzt:

Derzeit ist das Konsiliarwesen noch nicht digital in das KAS integriert. Um zum Beispiel einem internistischen Kollegen, der konsiliarisch einen Röntgen-Thorax bei einem chirurgischen Patienten durchführen ließ, die Möglichkeit zu geben, online auf die Bilder zuzugreifen, muss zumindest ein Vorabbefund in der elektronischen Patientenmappe existieren.

Häufig wird der Vorabbefund von radiologischen Assistenzärzten während der Bereitschaftsdienstzeit genutzt, um vital bedrohliche Situationen wie „Pneumothorax“ oder „Blutung“ umgehend so zu dokumentieren, dass alle Kollegen, die in die weitere Behandlung des Patienten involviert sind, unmittelbaren Zugang zu dieser Information haben.

Ein weiterer Grund für die Erstellung eines Vorabbefundes ist eine zweizeitige Untersuchung. Wird zum Beispiel eine Gewebeprobe genommen, wird über den Vorabbefund die Durchführung dokumentiert. Nach erfolgter histopathologischer Aufarbeitung der Probe wird das Ergebnis ergänzt und der Befund endgültig vidiert.

### **2.3. Klinische Informationsverarbeitung**

Das *Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH* arbeitet am Standort Marburg mit einer KAS-RAPL-PACS-Kombination der Firma *Agfa HealthCare GmbH*. Sie besteht aus dem klinischen Arbeitsplatzsystem (KAS) „ORBIS - OPENMED“, dem darin integrierten radiologischen Arbeitsplatz „RAPL“ sowie dem PACS „IMPAX EE“.

Als administrative Software wurde nach der Übernahme durch den privaten Träger die Software ORBIS Classic durch SAP in zentralen Bereichen abgelöst.

#### **Orbis [Version Orbis/OpenMed: 05.07.28.220]**

Orbis ist in einzelnen Modulen aufgebaut. Jedes Modul arbeitet an sich selbstständig und ist auf die Bedürfnisse der einzelnen Abteilungen zugeschnitten. Z. B. gibt es einzelne Module für die Bettenplanung, Anästhesieprotokollmodule u.a.. Diese Module werden zentral verwaltet und sind miteinander kombinierbar. Jeder Nutzer mit *Orbis*-Zugang bekommt die Module oder Moduleile freigeschaltet, die er für seine Funktion im Unternehmen benötigt.

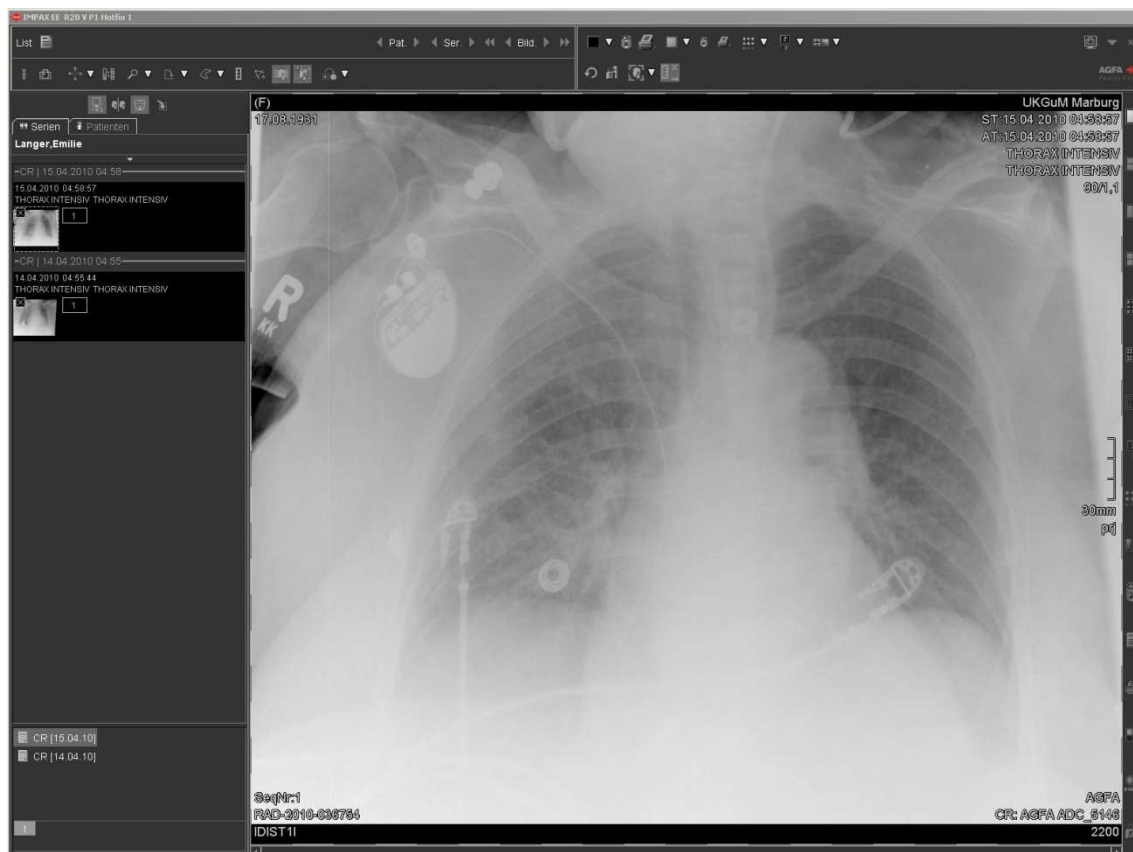
Auf Datenbankebene integriert ist das Laborsubsystem „SWISSLAB“ der Firma Frey, für das seit einigen Jahren, ähnlich wie für die Radiologie, ein elektronisches Order entry realisiert wurde.

RAPL (Radiologischer Arbeitsplatz), Version 05.07.25.0040, ist der radiologische Arbeitsplatz in *Orbis*, das derzeit in der Klinik für Strahlendiagnostik eingesetzt wird.

### IMPAX [Version 3.3.20 Q4/2008]

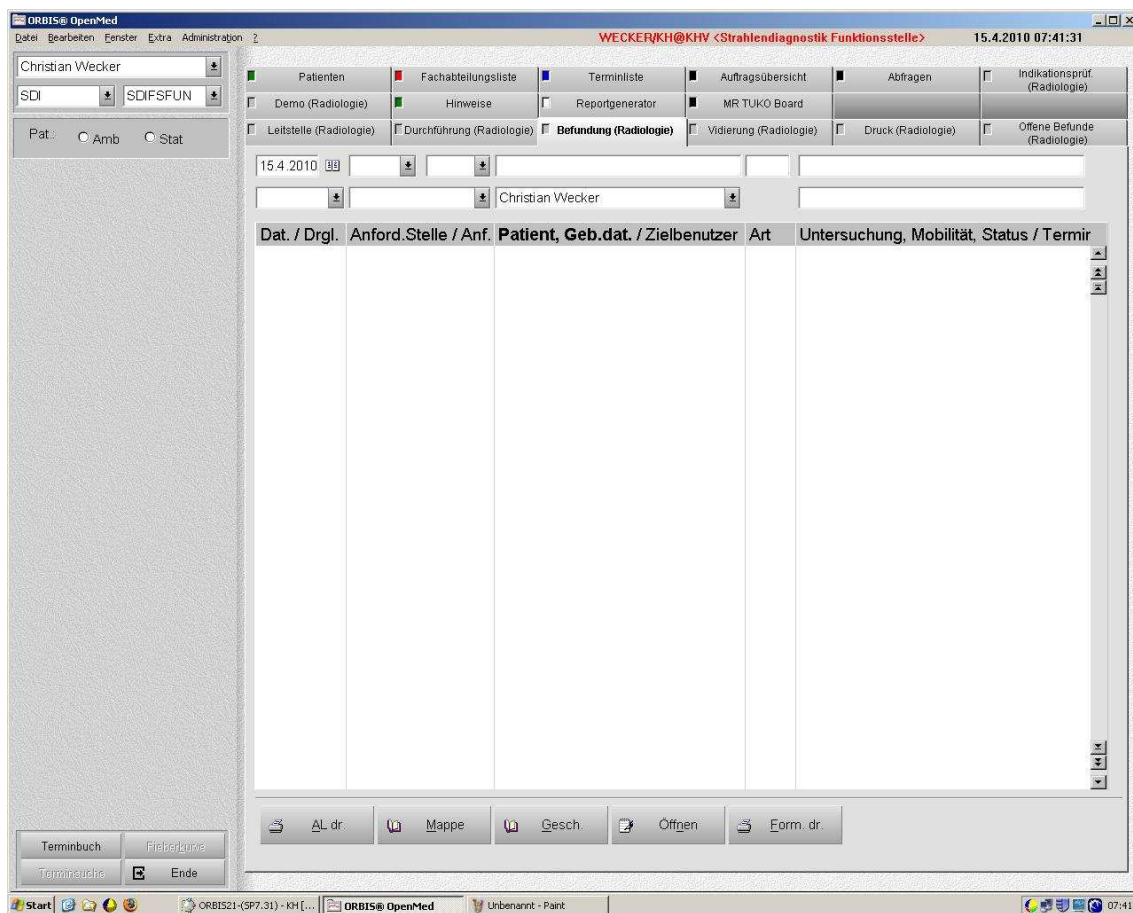
Nach einer vierjährigen Testphase mit radiologieinternen PACS-Installationen verschiedener Hersteller ist jetzt Agfa „IMPAX“ in der Version 3.3.20 Q4/2008 als PACS im Einsatz. *IMPAX* verfügt über ein zentrales Archiv, in dem die digital erstellten Aufnahmen gespeichert werden. Jeder Befundungsarbeitsplatz verfügt über eine Workstation mit Doppelbildschirmsystem, die nach DIN V 6868-57 an die Anforderungen der jeweils zu befundenen Aufnahmen angepasst ist. Ein dritter Monitor (auf Datenbankebene integriert) ermöglicht den parallelen Zugriff auf *OPENMED*.

**Abbildung 4:** Screenshot eines Befundungsmonitors der PACS-Workstation eines radiologischen Befundungsarbeitsplatzes.



Eine radiologische Befundungsworkstation besteht aus zwei identischen Befundungsmonitoren, von denen einer hier abgebildet ist, und einem Openmed-Monitor (s. auch Abbildung 5 u. 6). Im linken Monitoranteil können die gewünschten Bilder/Bildsequenzen ausgewählt werden, um sie rechts in der Bild-Area in Befundungsqualität anzuzeigen. Auf Grund der hohen Monitorauflösung von je nach Arbeitsplatz bis zu 5 Megapixeln erscheinen die Icons am Rand sehr klein. Über diese Icon kann der Monitor unterteilt werden und es können Nachverarbeitungen vorgenommen werden: Z. B. Anpassung der Helligkeit und des Kontrastes oder multiplanare Rekonstruktionen bei CT-Datensätzen. Weitere Icons ermöglichen Längen-, Winkel- und Flächenmessungen sowie die Messung von Grauwerten, die bei der Darstellung von CT-Datensätzen mit der Dichte des untersuchten Gewebes korrelieren.

**Abbildung 5: Screenshot des "Openmed"-Monitors der PACS-Workstation eines radiologischen Befundungs-arbeitsplatzes.**



Über den dritten Monitor einer radiologischen Befundungsworkstation erhält man über das Orbis-Modul „radiologischer Arbeitsplatz“ (RAPL) Zugriff auf das KAS (Laborwerte, Vorbefunde, Arztbriefe etc.). Über die abgebildeten Listen werden die zu bearbeitenden Befundformulare den verantwortlichen Radiologen zugeordnet. Diese erstellen die Befunde und weisen sie dann elektronisch dem jeweils verantwortlichen Facharzt zur Vidierung/Signierung zu. Je nach Status und je nach Berechtigungen im System sind entsprechende Listen sichtbar. Hier ist die leere Befundungsliste eines Assistenzarztes abgebildet (Vergl. Auch Abb. 3.)

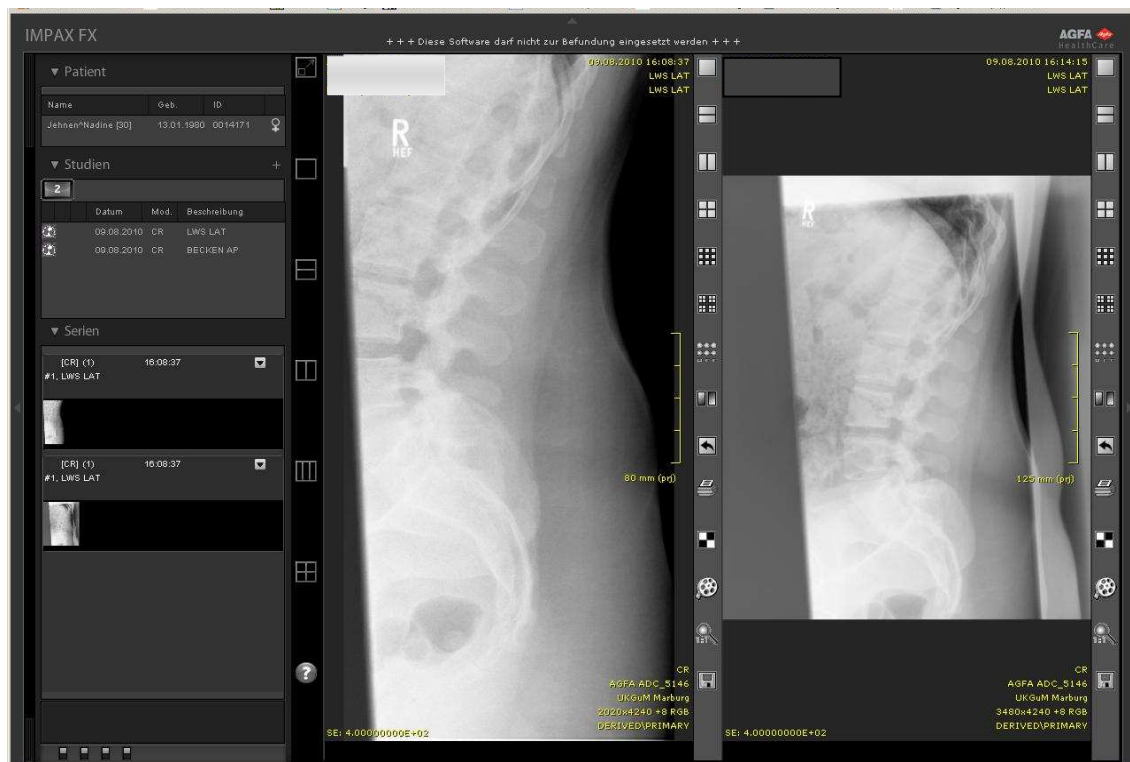
**Abbildung 6: Screenshot des 3-Monitor-Befundungsarbeitsplatz. RIS-PACS-Kombination.**



Die Kombination von RIS und PACS, integriert in einer Workstation über ein 3-Monitor-System, ermöglicht es dem Radiologen, unmittelbar aus dem Befundformular im RIS (links) die zugehörigen Bilder zu öffnen und umgehend den radiologischen Befund zu erstellen, ohne zwischen verschiedenen Computern wechseln zu müssen. In Kombination mit einem Spracherkennungssystem, das gesprochene Sprache unmittelbar als geschriebenen Text in das RIS-Formular übernimmt, ist so eine optimale Abarbeitung der Befunde gewährleistet.

Der Zugriff auf die zentrale Bilddatenbank kann auch über alle nicht der radiologischen Abteilung zugehörigen Computer im Haus erfolgen: An jedem digitalen klinischen Arbeitsplatz (KAS) ist der sogenannte *Webviewer* installiert, ein Zusatzprogramm, das es dem User ermöglicht, über den fachradiologisch vidierten Befund auf die zugehörigen Bilder zuzugreifen. Sowohl der *Webviewer* als auch die Monitorauflösung dieser Computer erlauben aber lediglich eine Betrachtung der Aufnahmen. Für eine Initiale Befundung sind sie nicht geeignet.

**Abbildung 7: Screenshot des Webviewers auf einem peripheren KAS-Rechner.**



An jedem digitalen klinischen Arbeitsplatz (KAS) ist der sogenannte *Webviewer* installiert, ein Zusatzprogramm, das es dem User ermöglicht, über den fachradiologisch vidierten Befund auf die zugehörigen Bilder zuzugreifen. Links kann auf die unterschiedlichen Untersuchungen und die darin enthaltenen Bilder (z.B. Voraufnahmen) des Patienten zugegriffen werden. Der rechte Monitor-Anteil ist über die Icons in den vertikalen Spalten anpassbar: Hier z.B. Teilung des Monitors zum Vergleich der aktuellen mit der vorherigen Untersuchung

## 2.4 Total Quality Management (TQM)

Die International Organization for Standardization (ISO) entwickelte Normen und Leitfäden, um u.a. allgemeingültige Definitionen von Qualität, Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement zu schaffen. Diese ISO-Normen und Leitfäden erreichten schnell weltweit an Bedeutung und Anerkennung. Die aktuellen nationalen Übersetzungen

dienen heute auf der ganzen Welt als Grundlage von Qualitätsmanagementsystemen in allen Branchen (Staus, 1994).

Nach DIN EN ISO 8402 (DIN, 1995) gehören „Alle Tätigkeiten des Gesamtmanagements, die im Rahmen eines Qualitätsmanagementsystems die Qualitätspolitik, die Ziele und die Verantwortlichkeiten festlegen, sowie diese durch Mittel wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung verwirklichen“, zum Verantwortungsbereich des Qualitätsmanagements. Als Grundsätze des Qualitätsmanagements werden in der Norm DIN EN ISO 9000:2000 (DIN, 2000) Kundenorientierung, Führung, Einbeziehung der Personen, prozessorientierter Ansatz, systemorientierter Ansatz, ständige Verbesserung, sachbezogener Ansatz zur Entscheidungsfindung und Lieferantenbeziehung zum gegenseitigen Nutzen genannt.

Während der Begriff „Qualitätsmanagement“ über die oben genannten Normen sowie über verschiedene Regelwerke klar definiert ist und die Qualität einzelner Prozesse und Produkte regelt, betrachtet das Total Quality Management (TQM) die Gesamtheit aller Produkte und Dienstleistungen eines Unternehmens und verbindet vorhandene Management-Teilsysteme wie Qualitätsmanagement, Umweltmanagement, Sicherheitsmanagement und Personalmanagement miteinander, um einen unternehmensweiten Verbesserungsprozess zu etablieren (Reinhard, 1996).

In das Zentrum dieser umfassenden Qualitätsphilosophie stellte William Edwards Deming, der Vorreiter des TQM, 14 Management-/Führungsregeln:

1. Beständigkeit der Zielsetzung
2. Aneignung der Qualitäts-Philosophie
3. Präventive Qualitätssicherung
4. Partnerschaftliche Zusammenarbeit mit Lieferanten
5. Ständige Verbesserung aller Prozesse
6. Arbeitsbegleitende Ausbildung
7. Kooperativer Führungsstil
8. Offenes Unternehmensklima
9. Beseitigung organisatorischer Barrieren
10. Verständliche Ziele und Vorgehensweisen
11. Kooperative Zielvereinbarungen



12. Identifikation der Mitarbeiter mit ihrer Tätigkeit
13. Qualifizierungsprogramme
14. Maßnahmenplan

Als Systematik proklamiert Deming den sog. PDCA-Zyklus (Plan, Do, Check, Act), ein iteratives Model zur kontinuierlichen Systemverbesserung (Deming, 1997).

In Anlehnung an die in Japan entwickelten Ideen Demings im Sinne eines europäischen Rahmenwerks für das Qualitätsmanagement und als Richtlinie für organisatorische Selbsteinschätzung wurde 1991 das „EFQM-Model for Business Excellence“ von der „European Foundation for Quality Management“ (EFQM) entwickelt. Die EFQM wurde 1988 von 14 europäischen Unternehmen als gemeinnützige Stiftung gegründet und hatte in 2010 bereits 500 Mitgliedsunternehmen. Auch das EFQM-Model bedient sich des PDCA-Zyklus, um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu erreichen, und setzt im Rahmen der beiden Novellierungen in 2003 und 2010 zunehmend auf Kundenorientierung und prozessbasierte Unternehmensführung. Ein wichtiges Element dieses Qualitätsmanagementsystems ist die Selbstbewertung, in deren Rahmen über definierte Kriterien ein Punktwert erreicht werden kann, der dann von externen „Validatoren“ verifiziert wird. Je nach Punktwert und Aufwand der externen Prüfungen können unterschiedliche Zertifikate erworben werden. Daran anknüpfend bildet das EFQM-Model die Grundlage zur Vergabe von verschiedenen Qualitätspreisen wie dem Ludwig-Erhard-Preis und dem EFQM-Excellence-Award (EFQM, 2003) (Zink, 2004).

Die „KTQ-GmbH“ entwickelte 2001 ein Zertifizierungsverfahren, das speziell auf die Anforderungen der Krankenhäuser zugeschnitten ist. „KTQ“ steht für „Kooperation für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen“. Aufbauend auf den oben beschriebenen QM-Systemen handelt es sich bei KTQ um ein Zertifizierungsverfahren, das die Verbesserung von Prozessen und Ergebnissen innerhalb der Patientenversorgung zum Ziel hat. Eigentümer der KTQ-GmbH sind die Bundesärztekammer, die Spitzenverbände der gesetzlichen Krankenversicherungen, die deutsche Krankenhausgesellschaft, der deutsche Pflegerat und der Hartmannbund. Neben der Zertifizierung von Krankenhäusern gibt es Zertifizierungsverfahren für die Bereiche Rehabilitation, Pflegeeinrichtungen, alternative Wohnformen und Arztpraxen. Im Rahmen der Zertifizierung kommt, ähnlich dem EFQM-Model, ein Punktesystem zum Einsatz, das über Selbstbewertung

und externen „KTQ-Visitoren“ zum Erhalt eines zeitlich begrenzten Zertifikats führt (Dannenmaier, 2011).

Voraussetzung für eine Zertifizierung nach Systemen wie EFQM oder KTQ ist es jedoch, die Grundlagen des TQM im Unternehmen zu etablieren. Im Rahmen der konkreten Umsetzung von TQM-Maßnahmen zur Gewinnoptimierung ihrer Unternehmen entwickelten Bob Galvin (1987 bei Motorola) und später Jack Welch (1996 bei General Electric) (Slater, 1999) einen stark zahlenorientierten, statistikbasierten Ansatz, der über eine Weiterentwicklung des PDCA-Zyklus und die Nutzung einer Kombination bereits etablierter Management-Tools die umfassende Philosophie des TQM für jeden einzelnen Mitarbeiter umsetzbar machte: Six Sigma.

Anfangs wurde Six Sigma eher als Versuch gewertet, das etablierte TQM-System unter anderem Namen neu zu vermarkten. Kruse zeigte jedoch 2004, dass es sich bei Six Sigma um eine echte Weiterentwicklung des TQM handelt (Kruse, 2004).

## **2.5. Six Sigma Methodik - DMAIC-Cycle**

Ein Six-Sigma-Projekt zur Prozessoptimierung wird in 5 Phasen durchgeführt. Diese werden mit dem sogenannten „DMAIC-Cycle“ beschrieben. **Define**, **M**eaure, **A**nalyze, **I**mprove und **C**ontrol.

In der Control-Phase wird entschieden, ob die Ziele des Projektes erreicht wurden. Gibt es weiteren Optimierungsbedarf, wird der DMAIC-Cycle erneut durchlaufen und auf die problematischen Teilprozesse angepasst (Wappis, 2008g).

Der DMAIC-Cycle (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) ist eine Weiterentwicklung des von William Edwards Deming in das Qualitätsmanagement eingeführten PDCA-Cycle (Plan, Do, Check, Act) (Deming, 1997).

Der Unterschied dieser beiden iterativ eingesetzten Prozessoptimierungsmethoden liegt weniger im Inhalt, sondern hauptsächlich in der Gewichtung der einzelnen Schritte. So werden im PDCA-Cycle die Projektdefinition, die Beschreibung des Ist-Zustands und die Analyse der bestehenden Probleme mehr oder minder parallel in der „Plan“-Phase abgearbeitet. Der DMAIC-Cycle grenzt diese Schritte klar gegeneinander ab: Hier wird erst dann mit der Beschreibung des Ist-Zustandes (Messung) begonnen, wenn das

Projektteam den Kunden, dessen Wünsche und den Projektrahmen eindeutig definiert hat und weiß, wie die relevanten Größen messbar gemacht werden können. Erst wenn die Messungen ausgewertet sind, werden die Probleme priorisiert und analysiert.

Die Phase zur Planung und Implementierung der Verbesserungen wird bei Deming „Do“ genannt. In der DMAIC-Systematik heißt sie „Improve“ und beinhaltet zusätzlich noch die Prüfung und Verifizierung der Lösungsfunktionalität. Diese Schritte werden bei Deming in einer eigenen Phase mit dem Namen „Check“ durchgeführt

Die Standardisierung und Überwachung der Prozessänderungen sowie der Projektabschluss erfolgen jeweils in der letzten Phase, die bei Deming „Act“ und im DMAIC-Cycle „Control“ heißt.

**Tabelle 1: Vergleich PDCA-Cycle von W. Deming und DMAIC-Cycle der Six-Sigma-Systematik**

<b>Deming-Cycle</b>	<b>Schritte der Optimierung</b>	<b>DMAIC-Phasen</b>
Plan	Projektcharter	Define
	Datensammlung	Measure
	Ursachenbestimmung	Analyze
Do	Planung und Implementierung von Verbesserungen	Improve
Check	Verifizierung der Lösungsfunktionalität	
Act	Standardisierung und Überwachung des modifizierten Prozesses; Projektabschluss	Control

### **Zeitplan des Projekts „Befundlaufzeiten“**

Die einzelnen Projektphasen wurden im Vorfeld geplant. Für die ersten vier Phasen wurden feste Terminvorgaben (Toll-Gates) gemacht. Bei der Abschlussbesprechung der Improve Phase wurden Art, Ort und Zeit der Präsentation für die Belegschaft und der Roll-Out-Termin des verbesserten Prozesses festgelegt. Im Laufe der Control Phase wurde der Projektabschluss terminiert.

Projektbeginn: 20.05.2008

Abschluss Define Phase 29.05.2008

Abschluss Measure Phase	06.06.2008
Abschluss Analyze Phase	11.06.2008
Abschluss Improve Phase	17.06.2008
Präsentation (Belegschaft)	18.+25.07.2008
Roll-Out (verbesserter Prozess)	01.08.2008
Abschluss Control Phase (Projektabschluss)	01.02.2009

### **Define-Phase**

In der Define-Phase werden die Voraussetzungen für das Projekt geschaffen. Die Ausgangssituation wird beschrieben. Der zeitliche und inhaltliche Rahmen wird festgelegt. Der „Kunde“ und die Ziele werden definiert. Das Team wird zusammengestellt und ein Champion wird gesucht. Die Phase endet mit der Erstellung eines Projektauftrags, der alle wesentlichen Details enthält und vom Team und dem Champion unterzeichnet wird (Wappis, 2008d).

### ***SIPOC – Projektfokussierung***

Zur Projektfokussierung nutzten wir das Tool „SIPOC“, wo ausgehend vom Kunden (Customer) rückwärts über den Output und den Prozess der Input und die Lieferanten (Supplier) klar eingegrenzt werden (John, 2007f)

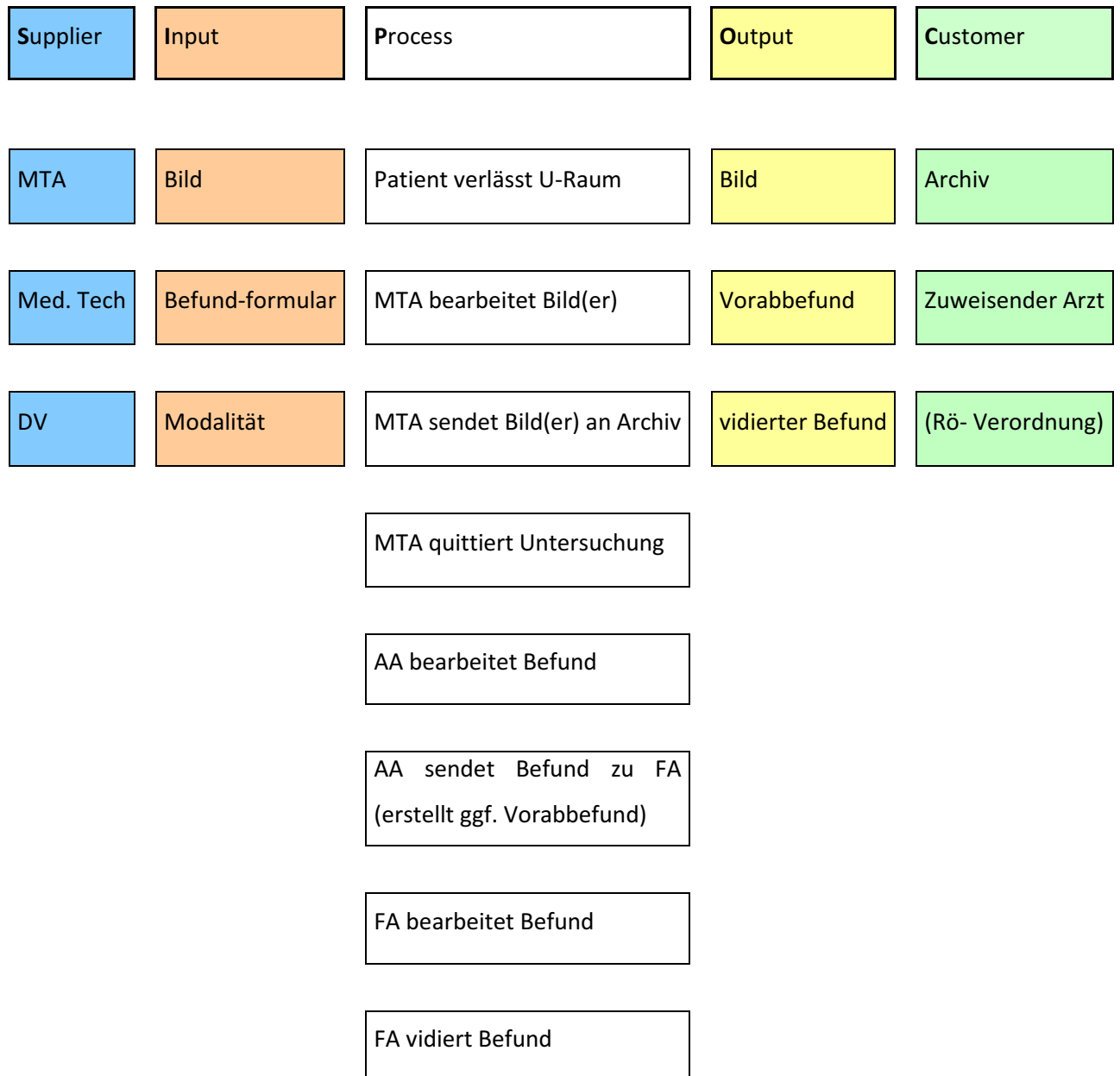
Als externen Kunden definierten wir den zuweisenden Arzt als den Vertreter des Patienten (Linke, 2008b). Als interne Kunden wurden Assistenz- und Fachärzte definiert, da sie ohne Bild- und Befundformular nicht im Sinne des Prozesses weiterarbeiten können.

Den Prozess definierten wir als Zeitspanne der radiologischen Befunderstellung, also von dem Zeitpunkt, an dem der Patient den Untersuchungsraum verlässt, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der fachärztlich vidierte Befund online verfügbar ist. Das entspricht der Definition des *American Board of Radiology* für die „Report-Turnaround-Time“ (Strife, 2007).

Als Lieferanten wurden die technischen Assistenten (Bilderstellung) und die Abteilung der Medizintechnik (Gerätewartung) definiert.

Den rechtlichen Rahmen gibt die „Röntgenverordnung“ vor. Da SIPOC der Projektfokussierung und der Projektübersicht dient, haben wir unter der Annahme, das Rechtssystem „stellt Ansprüche und wird unzufrieden, wenn die Verordnung nicht eingehalten wird“, die Röntgenverordnung ebenfalls als Kunden eingesetzt.

**Abbildung 8: SIPOC – Das Tool der Projektfokussierung**



Über SIPOC werden, ausgehend vom Kunden (Customer), rückwärts über den Output und den Prozess der Input und die Lieferanten (Supplier) definiert. Der Prozess wird grob und nur mit den wichtigsten Schritten umrissen. SIPOC ist das zentrale Tool der Define Phase.

### ***Tool I – Voice of Customer to CTQ***

Projekte und Prozesse sind im Sinne von Six Sigma grundsätzlich am Kunden orientiert (Toutenburg, 2007c). Es gilt daher, sich ein genaues Bild der Anforderungen, der Bedürfnisse und der Wünsche des Kunden zu machen. Der Kunde formuliert seine Wünsche jedoch häufig nicht in einer Art, die für die direkte Umsetzung im Projekt geeignet sind. Zum Beispiel legt ein zuweisender Kollege Wert darauf, „dass sein Patient nach einer Untersuchung am Abend gut schlafen kann“. Ein anderer möchte sich am nächsten Tag vor der klinisch-radiologischen Konferenz anhand des radiologischen Befundes „auf die Konferenz vorbereiten“. Kollegen in der Ambulanz „wollen die Bilder selbst befunden“. Alle diese Wünsche und Anforderungen wurden in Einzelgesprächen mit ausgesuchten Kollegen nahezu im Originalwortlaut gesammelt, in Themen gruppiert und danach in messbare Größen, sogenannte CTQs überführt (John, 2007c). CTQ steht für „Critical to Quality“ und bezeichnet die qualitätskritischen Leistungsmerkmale eines Produkts, eines Prozesses oder Systems. Korrekter müsste man also von *Critical to Quality-Characteristics* sprechen. Diese CTQs wurden im Projektauftrag festgeschrieben und später noch durch interne Anforderungen erweitert. Werden die CTQs nicht eingehalten, tritt ein Fehler im Sinne von Six Sigma auf. In Anlehnung u.a. an eine Empfehlung des Massachusetts General Hospital in Boston setzten wir als interne Vorgabe zu den Anforderungen der zuweisenden Kollegen die maximale Befundlaufzeit auf 24 Stunden fest (Boland, 2008; Linke, 2008b). Befunde, die länger als 24 Stunden zur Fertigstellung benötigen, wurden als Langläufer (LL) definiert.

Es ergaben sich nach Zusammenfassung und Gruppierung der Kundenwünsche folgende CTQs:

1. Befunde der Dringlichkeit „normal“ sollen innerhalb von 24 Stunden fachärztlich vidiert sein.
2. Befunde der Dringlichkeit „dringend“ sollen arbeitstäglich, also innerhalb von 4-8 Stunden fachärztlich vidiert sein.
3. Befunde der Dringlichkeit „Notfall“ sollen innerhalb von 1 Stunde fachärztlich vidiert sein.
4. Bilder der orthopädischen und unfallchirurgischen Ambulanzen sollen umgehend, auch ohne Befund verfügbar sein.
5. Alle Befunde sollen spätestens nach 24 Stunden fachärztlich vidiert sein.

Die unter Punkt 4. genannte Selbstbefundung der Aufnahmen durch die Kollegen der Orthopädie und Unfallchirurgie (mit Teilfachkunde) ist zwar generell möglich, konnte jedoch bisher rechtskonform aufgrund mangelnder Priorisierung durch die Geschäftsleitung und DV-Kommission des Klinikums in unserem KIS-RIS-System nicht abgebildet werden. Da das Umprogrammieren vorhandener Systeme nicht im Fokus dieses Projekts liegt, wurde dieses CTQ ebenfalls aus dem Fokus genommen, der Vollständigkeit halber aber mitgeführt.

Abbildung 9: Tool I - Voice of Customer (VoC) to CTQ (John, 2007c)

VoC	Thema	CTQ	Fokus
Pat. soll ruhig schlafen			
Befund zur richtigen Zeit online	Zeit	„Normal“ (am selben Tag)	In
Befund zur nächsten Demo online		„Dringend“ (in 2–4 h)	In
Befund bei Notfall in einer Stunde online		„Notfall“ (in 1 h)	In
Befund bei stationären Patienten. der Strahlentherapie in 2 h online			
Befund bei ambulanten Patienten der Strahlentherapie am selben Tag online			
Befund v. Intensivbildern in einer Stunde online			
Verlaufskontrolle Tumor am nächsten Morgen online			
Bilder der Poliklinik für Orthopädie sofort ohne Befund.	Selbst Befunden	Sofort & Selbst	Out
Notfallbereich sofort ohne Befund			
CR- Bilder selbst befunden --> Teilgebietfachkunde			
CT- Bilder selbst befunden --> CT-Fachkunde			
Schnittbilder gemeinsam besprechen			
Intensivbilder selbst befunden			
Interne Vorgaben	Zeit (int.)	Alles in 24h	In

Die Original-„Stimme des Kunden“ wurde erst thematisch geordnet und anschließend in messbare Größen überführt. Danach wurde festgelegt, welche dieser Wünsche im Fokus des aktuellen Projekts stehen und welche ggf. später bearbeitet werden.

### **Projektauftrag**

Im Laufe der Define Phase entsteht der Auftrag, in dem das Projekt klar umrissen wird. Über den Projektauftrag herrscht Einigkeit zwischen Team und Champion. Das wird von allen Beteiligten mit Ihrer Unterschrift bestätigt (Wappis, 2008h).

Der Projektauftrag soll SMART sein:

**S**pezifisch für ein Problem,

**M**essbar/Machbar,

**A**traktiv (notwendig und gewünscht),

**R**ealistisch,

**T**erminiert.

Folgende Inhalte wurden in unserem Projektauftrag festgeschrieben:

#### **Darstellung der Situation**

„Zuweiser erhalten den vidierten Befund und das zugehörige Bild in 30% der Fälle erst nach mehr als 8 Stunden und in 12% der Fälle erst nach mehr als 24 Stunden. Es ist klinisch erforderlich, sämtliche vidierten Befunde mit den zugehörigen Bildern in einer definierten Zeitspanne dem Zuweiser zur Verfügung zu stellen. Dazu ist die Verkürzung der Befundlaufzeit und dafür die Optimierung des Befundungsprozesses erforderlich.“

#### **Projektziel**

1. Fachärztlich vidierten Befund des Tagesprogramms vor Dienstschluss (< 8 h).
2. Fachärztlich vidierten Befund des Bereitschaftsdienstes am nächsten Tag bis 12 Uhr.
3. Maximale Befundlaufzeit 24 h.
4. Einhaltung der von den zuweisenden Kollegen gewünschten Zeiten:
  - a. Notfall: Vorabbefund oder vidierten Befund in einer Stunde
  - b. Dringend: Vorabbefund oder vidierten Befund in 4 - 8 Stunden
  - c. Normal: Vorabbefund oder vidierten Befund in 24 Stunden

#### **Projektfokus**

Im Projektfokus lag die Optimierung der abteilungsinternen Abläufe mit vorhandenen Ressourcen.



Nicht im Fokus lagen das Umprogrammieren des KAS-RAPL-PACS, die Personalsituation und die Terminvergabe. Ebenso wurden die besonderen Bedürfnisse der orthopädischen und unfallchirurgischen Ambulanzen nicht berücksichtigt, da die dort arbeitenden Ärzte zum Teil im Besitz der „Teilfachkunde für Notfalldiagnostik“ (Trittin, 2003) sind und somit eigenständig Röntgenbilder befunden dürfen.

### **Betrachteter Prozess**

Das Projekt wurde mit der Zielvorgabe „Reduktion der Befundlaufzeiten“ aufgesetzt. Daher grenzten wir unseren Prozess auf den Zeitraum der ärztlichen Befundung, die Report Turn around Time (RTAT) ein. Dieser Teilprozess beginnt zu dem Zeitpunkt, an dem die Bilder erstellt sind und der Patient den Untersuchungsraum verlässt, und endet, wenn der fachärztlich vidiierte Befund und damit auch die zugehörigen Bilder online für den zuweisenden Kollegen verfügbar sind.

### **Who is Who**

#### **Champion**

Der Champion oder Sponsor ist bei Six Sigma die Person, die den größten Nutzen aus einem Projekt zieht. Er hat die Macht, alle für das Projekt benötigten finanziellen und personellen Ressourcen zur Verfügung zu stellen (Magnusson, 2003b). Da es sich um ein klinikinternes Projekt handelt, übernahm Prof. Klose, Direktor der Klinik für Strahlendiagnostik, die Position des Champion.

#### **Team**

Das Team leitete C. Wecker, Assistenzarzt für Radiologie und *Six Sigma Green Belt* (Magnusson, 2003b). Teammitglied war Dr. L. Zhang, DV-Koordinator der Klinik für Strahlendiagnostik und zuständig u.a. für die statistischen Auswertungen der Abteilung. Auf weitere feste Teammitglieder wurde auf Grund der personellen Situation verzichtet.

#### **Experten**

Als sogenannte Experten sollten die am Prozess beteiligten Personen hinzu gezogen werden, da nur sie den exakten Ablauf des Prozesses bis ins Detail und die damit verbundenen Probleme kennen.

Aus den Reihen der technischen Assistenten wurden U. Schwarz (Gruppenleiterin MRT), M. O. Belzer (Gruppenleiter Funktionsdiagnostik - Durchleuchtung) und J. P. Prätorius sowie A. Heise (SDI - Systemkoordinatorin ORBIS OPENMED) hinzugezogen, des weiteren J. Figiel (Assistenzarzt), Prof. M. Rominger (Fachärztin), V. Conrad (Medizintechnik) und T. Weller (medizinischer Dokumentar).

Mit diesen Mitarbeitern wurden zwei *Expertentage* vereinbart, Termine von je vier Stunden, in denen sie von ihren übrigen Pflichten freigestellt wurden.

### **Zeitraahmen**

Um das Projekt zeitlich zu begrenzen, wurden die einzelnen Phasen innerhalb eines 4-Wochen-Plans klar terminiert (siehe unten). Zu jeder Phase wurde im Vorfeld ein Abschlusstermin (Toll-Gate) gesetzt, an dem die Ergebnisse dem Champion präsentiert wurden. Nach Abschluss dieser vier Wochen sollte die Umsetzung der Ergebnisse beginnen. Für die Control-Phase wurden weitere sechs Monate geplant.

### **Bedarf**

Aus den oben genannten Angaben ergibt sich der Bedarf. Die Zeiten, zu denen die Mitarbeiter freigestellt werden müssen, und die Räumlichkeiten, in denen die Meetings stattfinden sollen, wurden präzise benannt und im Projektauftrag fixiert.

## **Measure Phase**

Ziel dieser Phase ist es, den IST-Zustand des Prozesses möglichst präzise zu erfassen und mit Zahlen, Daten und Fakten zu belegen. Die aktuelle Prozessleistung wird ermittelt. Hierfür muss der IST-Prozess bis ins letzte Detail verstanden werden. Vorhandene Daten werden gesichtet, interpretiert und ausgewertet. Wenn nötig werden zusätzliche Daten erhoben. Die Qualität des Prüfsystems muss ermittelt werden (Wappis, 2008f).

### ***Messbare Zeitspannen und Qualität des Messsystems***

Unser Krankenhausinformationssystem bietet theoretisch die Möglichkeit, jede Transaktion zu speichern und auszuwerten. Zum Monitoring der radiologischen Prozesse werden derzeit bestimmte Aktionen bzw. Zeitpunkte im System geloggt und regelmäßig ausgewertet. Diese Aktionen wurden bis jetzt wie folgt interpretiert:

- S: Untersuchungszeitpunkt (Study time).
- Q: Befundformular wird in die Befundungsliste des Assistenzarztes gesendet (Abschluss der Quittierung).
- B1: Assistenzarzt öffnet das Befundformular.
- B2: Assistenzarzt schließt die Befundung ab und sendet das Formular in die Vidierungsliste des Facharztes.
- V1: Facharzt öffnet das Formular.
- V2: Facharzt gibt den Befund mit seiner elektronischen Unterschrift für den zuweisenden Arzt frei.

Betrachtet man den in der Define Phase mit dem Tool „SIPOC“ definierten Prozess, liegt bei der derzeitigen Interpretation die Zeitspanne von S bis Q in der Verantwortung der technischen Assistenten. Für die Zeitspanne von Q bis B2 ist der Assistenzarzt verantwortlich und die Zeit von B2 bis V2 fällt in die Zuständigkeit des Facharztes.

Bei dieser Interpretation fiel auf, dass Verzögerungen im Befundungsprozess zu 77,7% in der Zeitspanne B2 bis V2 auftraten, nach der bisherigen Betrachtung also in die Verantwortung der Fachärzte fiel. Da diese Annahme jedoch nicht mit dem subjektiven

Empfinden korrelierte, überprüften wir die Interpretation der vorhandenen Daten. Die exakten Zuordnungen der einzelnen Zeitpunkte stellten sich dann wie folgt dar:

S: Der im Befundformular eingetragene Beginn der Untersuchung.

In dieses Feld wird automatisch die Uhrzeit des erstmaligen Öffnens des Formulareils *Datenerfassung* eingetragen und kann dann manuell korrigiert werden. Da die Datenerfassung im Regelfall erst nach Abschluss der Untersuchung erfolgt und eine Korrektur nicht vorgenommen wird, entspricht die dort geloggte Zeit mit Abweichung von maximal 30 Minuten dem Zeitpunkt, *kurz nachdem der Patient den Untersuchungsraum verlassen hat*. Da die Abweichung in den meisten Fällen kleiner als 30 Minuten ist und selbst das eine tolerable Ungenauigkeit im Sinne der CTQs darstellt, wurde die dort geloggte Zeit von uns als Beginn des betrachteten Prozesses angenommen. Wir definierten diesen Zeitpunkt als „Der Patient verlässt den Untersuchungsraum“.

Q: Die dort geloggte Zeit entspricht dem Klick des technischen Assistenten auf den Button „Befundung“ im Formulareil Datenerfassung.

Es ist also exakt der Zeitpunkt, an dem der technische Assistent die Bearbeitung der Datenerfassung, also die Quittierung der Untersuchung abschließt. Wurde der zuständige Arzt korrekt eingetragen, taucht in diesem Moment das Befundformular in dessen Liste auf.

B1: Die dort geloggte Zeit entspricht dem erstmaligen Öffnen des Befundformulars durch einen Benutzer mit Arztstatus.

In der Regel ist das der zuständige Assistenzarzt. Allerdings können auch jeder andere Radiologe sowie einige Mitarbeiter der DV mit entsprechenden Zugriffsberechtigungen dieses Formular öffnen. Auf Grund der nur geringen Zahl der auftretenden Fehler wurde der Zeitpunkt B1 als Beginn der ärztlichen Bearbeitungszeit angenommen.

B2: Die dort geloggte Zeit entspricht dem Klick auf den Button „Vidierung“, nachdem das Befundformular bearbeitet wurde.

*Orbis* betrachtet ein Formular als *bearbeitet*, wenn ein Zeichen in das Formular eingetragen wird, eine Zeile gelöscht oder eingefügt wird oder das Formular zwischengespeichert wird. Es wird nicht unterschieden, in welche Vidierungsliste das Formular

gesendet wird. Jeder User, der im Orbis über die Klinik für Strahlendiagnostik angemeldet ist, verfügt potentiell über eine Vidierungsliste, unabhängig davon, ob er die Berechtigung hat, auf sie zuzugreifen. Häufig wird die Vidierungsliste als Zwischenablage für unvollständige Befunde genutzt. Der Zielbenutzer muss manuell eingetragen werden. Wir müssen also davon ausgehen, dass der Zeitpunkt B2 nicht mit dem Abschluss der Bearbeitungszeit durch den Assistenzarzt korreliert und im Sinne des Prozesses nicht als valider Messpunkt angesehen werden kann.

V1: Die dort geloggte Zeit entspricht dem erstmaligen Öffnen eines Befundformulars aus einer beliebigen Vidierungsliste.

Da es hierbei unerheblich ist, wer das Formular öffnet, und Vidierungslisten derzeit regelhaft als Zwischenablage für Befunde genutzt werden, müssen wir davon ausgehen, dass der Zeitpunkt V1 nicht mit dem Beginn der fachärztlichen Bearbeitungszeit korreliert und im Sinne des Prozesses nicht als valider Messpunkt angesehen werden kann.

V2: Die dort geloggte Zeit entspricht dem Klick auf den Button „vidieren“ und damit der elektronischen Unterschrift unter einen Befund.

Ab diesem Zeitpunkt ist der Befund für den zuweisenden Kollegen einsehbar. Die Berechtigung zum *Vidieren* haben Fachärzte und einige Mitarbeiter der DV, sodass der Zeitpunkt V2 präzise als Abschluss der ärztlichen und der fachärztlichen Bearbeitungszeit angesehen werden kann. V2 wurde von uns also als Ende des betrachteten Prozesses angesehen.

Neben der Gesamtprozesszeit S-V2 sind die mit ausreichender Sicherheit zu betrachtenden Zeitspannen also S-Q als Bearbeitungszeit durch die technischen Assistenten, B1-V2 als ärztliche Bearbeitungszeit und Q-B1 als *Wartezeit* zwischen Bilderstellung und Befundung.

### ***Das Paretoprinzip***

Das Paretoprinzip, auch Pareto-Effekt oder 80-zu-20-Regel genannt, besagt, dass wenige Ursachen für einen Großteil der Wirkung verantwortlich sind und die große Zahl der

übrigen Ursachen nur wenig zur Gesamtwirkung beiträgt (Koch, 1998). Im Umkehrschluss bedeutet das, dass auch 80% der Ergebnisse mit 20% des Arbeitseinsatzes erreicht werden können, wenn die Hauptursachen richtig identifiziert werden. Die verbleibenden 20% verursachen die meiste Arbeit und zeigen nur wenig Wirkung.

Benannt ist dieses Prinzip nach dem italienischen Ingenieur, Soziologen und Ökonomen Vilfredo Pareto (1848 – 1923), der dieses Phänomen seinerzeit statistisch mit einer stetigen Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieb (Koch, 1998).

In Anlehnung an dieses Prinzip beschränkten wir uns vorerst auf die Analyse der ärztlichen Befundungszeit (B1-V2), in der 85,2% aller Langläufer > 24h entstanden.

### ***Planung des Monitoring***

Die in der S-Q-Zeit entstandenen Langläufer fallen mit 1,6% aller Langläufer kaum ins Gewicht, sodass für das spätere Monitoring die Gesamtprozesszeit S-V2 genutzt wurde. Diese Zeit wurde nach Modalitäten getrennt ausgewertet. Wobei der Fokus hier auf den Modalitäten CT, CR und MRT lag, da sie gemeinsam 77% unserer Untersuchungen ausmachten (Stand 2007).

Die Einteilung der Befunde erfolgte nach dem Untersuchungszeitpunkt (S-Zeit). Es wurden Regeldienst und Bereitschaftsdienst unterschieden:

Für den Regeldienst:	Mo-Do 07.30 – 16.30 Uhr;	Fr 07.30 – 14.30 Uhr.
Für den Bereitschaftsdienst:	Mo-Do 16.30 – 24.00 Uhr;	Fr 14.30 – 24.00 Uhr
	Mo-Fr 00.00 – 07.30 Uhr	
	Sa, So und feiertags	00.00 – 24.00 Uhr

### ***Tool II: CTQ zu Messgrößen***

Über das Tool II (John, 2007e) wird in der Systematik von Six Sigma entschieden, mit welchem Messverfahren die detektierten qualitätskritischen Merkmale (CTQ) bestmöglich quantifizierbar sind. Da es sich bei den Befundlaufzeiten um Zeitspannen handelt, ist das beste Messverfahren die Zeitmessung in Stunden. Diese Daten stehen uns über das Krankenhausinformationssystem zur Verfügung und können über Datenbankabfragen ausgewertet werden.

## **Analyze Phase**

Mit dem Abschluss der Measure Phase wurde die IST-Situation des Prozesses auf Basis von Zahlen, Daten und Fakten beschrieben. Aufgabe der Analyze Phase ist es, die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Befundlaufzeit zu identifizieren und die Art des Einflusses auf den Prozess zu analysieren (Wappis, 2008b).

### ***Ishikawa – Ursache-Wirkungs-Diagramm***

Zur Identifikation der Einflussfaktoren auf die Befundlaufzeiten wurde in einem vierstündigen Meeting ein sogenanntes Fischgrätendiagramm (John, 2007g) entwickelt. An der Spitze stand dabei das zentrale Problem „zu lange Befundlaufzeiten“. Die Einflussfaktoren wurden nun nach den Kriterien *Mensch*, *Mitwelt* und *Management* eingeteilt. Der Bereich *Mensch* wurde von Anfang an in die Bereiche *MTRA*, *Assistenzarzt*, *Facharzt*, *DV* und *Medizintechnik* aufgeteilt. Der im klassischen Ursache-Wirkungs-Diagramm genannte Bereich „Maschine“ wurde von uns nicht betrachtet, da er für den Teilprozess der Befundung nicht relevant erschien. Die Verfügbarkeit von Befundungsworkstations wurde unter *Management* eingruppiert, Softwareprobleme unter *DV*.

Bei der Erstellung eines Ishikawa-Diagramms gilt als Faustregel, dass man nach fünfmaligem Fragen „warum“ ein akzeptables Verständnis für die zugrunde liegende Ursache eines Problems gefunden hat.

Beispiel:

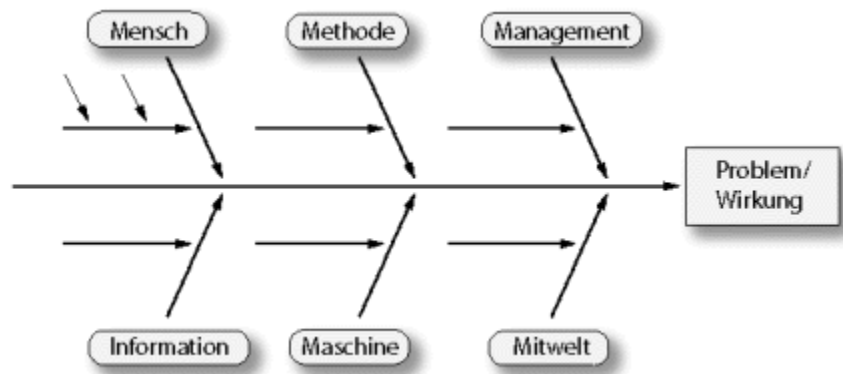
1. Warum sind die Befundlaufzeiten zu lang?
  - Weil der Assistenzarzt zu langsam arbeitet.
2. Warum arbeitet der Assistenzarzt zu langsam?
  - Weil zu viele Befunde zu bearbeiten sind.
3. Warum sind zu viele Befunde zu bearbeiten?
  - Weil die Befunde stoßweise abgearbeitet werden.
4. Warum werden Befunde stoßweise abgearbeitet?
  - Weil die Befunde stoßweise anfallen.
5. Warum fallen die Befunde stoßweise an?

- Weil ambulante und stationäre Patienten unzureichend koordiniert werden.

6. [...]

Zu jeder Frage gibt es häufig mehrere Antworten, die dann ihrerseits hinterfragt werden müssen. Es entsteht ein großer „Fisch“, an dessen „Gräten“ eine Vielzahl von möglichen Ursachen steht.

**Abbildung 10: Schablone eines Ishikawa-Fischgrätendiagramms (Ursachen-Wirkungs-Diagramm) - Ausgangsbasis zur Identifizierung der Einflussfaktoren auf die Länge der Befundlaufzeiten.**



### ***Tool III – Bewertung der identifizierten Teilprobleme und Korrelation mit dem Grundproblem***

Um aus dieser Vielzahl von möglichen Ursachen die relevanten herauszufiltern, wurden sie zuerst nach ihrem Einfluss auf die Befundlaufzeiten nach *hoch*, *mittel* und *niedrig* einsortiert. Diese Einteilung erfolgte im Konsens mit den Experten. Im nächsten Schritt erfolgt die Einteilung nach *Constant*, *Noise* und *Variable*. Hierbei steht *Constant* für Ursachen, die außerhalb unseres Projektfokus liegen und im Rahmen dieses Projektes nicht zu ändern sind, z. B. Personalsituation, Räumlichkeiten und Software. *Noise* beschreibt das „Hintergrundrauschen“. Hierunter versteht man variierende Einflussgrößen, wie z. B. die Tagesform oder das Aufkommen der Notfallpatienten, die zwar Einfluss auf die Befundlaufzeit haben aber nicht kalkulierbar und von uns zu beeinflussen sind. Als *Variable* werden solche Einflussgrößen bezeichnet, die mit den vorhandenen Mitteln gestaltet werden können, z. B. die arbeitstägliche Überprüfung bestimmter Arbeitslisten. Somit rückten variable Größen mit hohem Einfluss in den Mittelpunkt unserer Aufmerksamkeit (John, 2007d). [siehe Anhang]



## **Improve Phase**

Nachdem die potentiellen Fehlermöglichkeiten in der Analyze Phase identifiziert und bewertet wurden, ist es Aufgabe der Improve Phase, Lösungen für diese Probleme zu erarbeiten und zu prüfen, ob diese Lösungen den gewünschten Effekt haben (Wappis, 2008e).

### ***Erarbeitung der Lösungsansätze und des SOLL-Prozesses***

Zur Erarbeitung der Lösungsansätze wurde ein zweiter Expertentag einberufen. In einem vierstündigen Meeting wurden anhand des Ishikawa-Diagramms und der daraus erstellten Tabelle Lösungsvorschläge gesammelt und diskutiert. Zusätzlich wurden auch die Probleme einbezogen, die in vielen Einzelgesprächen außerhalb des ersten Meetings an uns herangetragen wurden.

Zur Definition des SOLL-Prozesses wurden die potentiellen Fehlerursachen des IST-Prozesses diskutiert. Es wurden Kontrollmechanismen erarbeitet, die garantieren sollen, dass Befunde nicht mehr in „falsche“ Listen gelangen

Die Lösungsvorschläge wurden nach dem Meeting gesichtet und auf Relevanz, Durchführbarkeit und rechtliche Umsetzbarkeit geprüft. Die als *Constant* eingestuften Fehlerursachen wurden ebenfalls beachtet. Hier wurden grobe richtungsweisende Empfehlungen zur Bearbeitung in späteren Projekten gegeben. Das Ergebnis wurde als Erweiterung der Tabelle „Identifizierte Probleme“ [siehe Anhang] mit dem Champion diskutiert.

### **Control Phase**

In der Control Phase werden die vorher entwickelten und festgelegten Änderungen des Prozesses umgesetzt. Es wird ein Zeitpunkt festgelegt, an dem die Änderungen in Kraft treten (Roll-Out). Zu diesem Zeitpunkt muss organisatorisch gewährleistet sein, dass die Rahmenbedingungen für die Umsetzung gegeben sind. Ebenso müssen alle betroffenen Personen und Bereiche über die Änderungen informiert sein. Auch das Monitoring des verbesserten Prozesses gehört in diese Phase. Tritt die gewünschte Wirkung ein und lässt sich der Erfolg konstant nachweisen, wird das Projekt abgeschlossen und das Team aufgelöst (Wappis, 2008c).

### ***Präsentation***

Prozessmanagement ist Changemanagement. - Änderungen in den Arbeitsabläufen werden von vielen Mitarbeitern nicht gerne gesehen. Sie bringen häufig Mehrarbeit, zumindest aber eine Änderung der Arbeitsgewohnheiten mit sich. Da die Umsetzung von Änderungen und deren dauerhafte Implementierung jedoch durch die Mitarbeiter erfolgt, ist es wichtig, bei ihnen ein breites Verständnis für das Problem und für die Notwendigkeit einer Lösung zu schaffen.

Viele unserer Mitarbeiter wurden bereits im Rahmen der Fehleranalyse und der Lösungsentwicklung in das Projekt mit einbezogen. Einige haben jedoch nur Fragmente kennengelernt oder wurden gar nicht mit der Problematik konfrontiert. Um die Belegschaft möglichst umfassend in kurzer Zeit zu informieren und letzte Fragen und Anregungen aufzunehmen, einigten sich Champion und Team auf zwei kurze, einstündige Informationsveranstaltungen im Rahmen der bekannten Fortbildungszeiten. Hierbei gab das Team eine kurze Übersicht zu den einzelnen Problemen und Lösungen, der Champion moderierte dann die entstehende Diskussion. Zur Vorbereitung auf diese Informationsveranstaltung erhielt jeder Mitarbeiter eine E-Mail mit einem Anschreiben und der Ausarbeitung der oben aufgeführten Probleme und Lösungen.

### ***Roll-Out des verbesserten Prozesses***

Der Start der veränderten Arbeitsabläufe erfolgte zum 01.08.2009. In diesem Zuge wurden die Arbeitsanweisungen in schriftlicher Form im Intranet veröffentlicht. Die Gespräche mit dem Patiententransportdienst wurden aufgenommen und die ärztlichen Mitarbeiter wurden in die Prüfung der *Orbis*-Listen eingewiesen. Die technischen Assistenten erhielten Schulungen im Umgang mit der Serviceoberfläche des Bildarchivs und wurden im Legen von venösen Zugängen unterwiesen. Die Daten aus Juli 2008 wurden als Basis für spätere Vergleiche erhoben.

### ***Projektabschluss***

Nach kleineren Modifikationen am verbesserten Prozess pendelte sich der Prozess auf einem derzeit akzeptablen Fehlermaß ein. Das Projekt wurde am 01.02.2009 offiziell mit den Daten des Monats Dezember 2008 abgeschlossen. Das Projektteam wurde aufgelöst. Ablauf und Ergebnisse dieses Pilotprojektes wurden ausführlich in der vorliegenden Arbeit dokumentiert. Die Ergebnisse werden im folgenden Ergebnisteil dieser Arbeit veröffentlicht.

## **2.6 Minitab und statistische Auswertungen**

Die Statistischen Auswertungen zu dieser Arbeit wurden mit dem Statistikprogramm Minitab® in der Version 15 durchgeführt. Minitab® wurde 1972 an der Pennsylvania State University als Light-Version der statistischen Analysesoftware OMNITAB des National Institute of Standards and Technology (NIST) entwickelt und wird als Statistiktool an zahlreichen amerikanischen Universitäten und Colleges verwendet. Viele der integrierten statistischen Analysen wurden speziell auf die Verfahren bei der Anwendung der Six Sigma Methodik entwickelt.

Die Auswertung erfolgte mittels deskriptiver und explorativer Statistik unter Zuhilfenahme von Paretoanalysen und Paretodiagrammen sowie Liniendiagrammen. Es wurden keine Stichproben gezogen, sondern alle Werte der Modalitäten CR, CT und MR in einem definierten Zeitraum als Grundgesamtheit betrachtet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ergebnisse der Measure Phase

##### Statistische Auswertung der Befundlaufzeiten

Im Zeitraum: 01.01.2007 – 31.01.2008 wurden insgesamt 120.785 Untersuchungen durchgeführt, 105.725 Befunde wurden fachärztlich vidiert. 9,2% davon waren Langläufer der Modalitäten CR (konventionelles Röntgen), CT (Computertomographie) und MRT (Magnetresonanztomographie), deren Befundlaufzeit länger als 24 Stunden von der Erstellung der Bilder bis zur fachärztlichen Vidierung war. Einen Überblick über die auswertbaren Zeitspannen und ihren Einfluss auf die Entstehung der Langläufer gibt folgende Tabelle:

**Tabelle 2: Prozentuale Zuordnung der Langläufer 01/07 – 01/08 zu den ausgewerteten Zeitspannen**

01.01.07 – 31.01.2008	Anzahl	% von vid. Bef.	% von Langläufer
durchgeführte Untersuchungen	120785	-	-
Vidierte Befunde	105725	100	-
Langläufer (LL) >24h	9742	9,2	100
LL aus S-Q-Zeit	159	0,15	1,6
LL aus Q-B1-Zeit	1284	1,2	13,2
LL aus B1-B2-Zeit	732	0,7	7,5
LL aus B2-V1-Zeit	3908	3,7	40,1
LL aus V1-V2-Zeit	3659	3,5	37,6
LL aus B1-V2-Zeit	8299	7,9	85,2

Prozentualer Anteil der Langläufer > 24h RTAT an der Gesamtzahl aller fachärztlich vidierten Befunde (3. Spalte) und an der Anzahl der Langläufer (4. Spalte). Im unteren Tabellenteil sind die Langläufer nach der Zeitspanne ausgewertet, in der sie laut Orbis-Auswertung entstanden sind. Die letzte Zeile zeigt die Summe aller Langläufer, die in der ärztlichen Bearbeitungszeit (B1-V2) entstanden sind (Summe der Zeitspannen B1-B2, B2-V1, V1-V2).

LL: Langläufer > 24 h Befundlaufzeit von Untersuchungszeitpunkt bis fachärztlicher Vidierung.

S-Q-Zeit: Bearbeitung durch MTRA (Beginn bis Abschluss der Datenerfassung durch die technischen Assistenten)

Q-B1-Zeit: zwischen Abschluss der Datenerfassung und erstmaligem Öffnen des Formulars durch einen Arzt.

B1-B2-Zeit: zwischen erstmaligem Öffnen durch einen Arzt und erstmaligem Senden in eine Vidierungsliste

B2-V1-Zeit: zwischen Senden des Formulars in eine Vidierungsliste und Öffnen aus einer Vidierungsliste

V1-V2-Zeit: zwischen Öffnen des Formulars aus einer Vidierungsliste und fachärztlicher Vidierung des Befundformulars.

B1-V2-Zeit: Ärztliche Bearbeitungszeit (zwischen erstmaligem Öffnen durch einen Arzt und fachärztlicher Vidierung).

## **Sichtung der Daten**

Vergleicht man die Anzahl der erbrachten radiologischen Leistungen mit den fachärztlich vidierten Leistungen aus 2007 (inkl. Januar 2008), fällt eine Differenz von 15.060 Fällen (12,5%) auf. Hierfür gibt es zwei Ursachen:

*ORBIS* bietet die Möglichkeit, mehrere Untersuchungen über ein Formular gemeinsam anzufordern. Diese Untersuchungen erhalten gemeinsam eine Vorgangsnummer. Die zugehörigen Befunde werden in einem Befundformular zusammengefasst und gemeinsam vidiert.

Des Weiteren gibt es Leistungen, die zwar erbracht, nicht aber fachärztlich vidiert wurden. Das betrifft administrative Leistungen, die nicht der Unterschrift eines Facharztes bedurften. Darunter fielen Anforderung zur Demonstration hauseigener oder externer Aufnahmen in klinischen Konferenzen sowie das Einscannen und Einlesen von Fremdbildern in unser System. Das Brennen von Patientenbildern auf CD und früher das zusätzliche Ausdrucken von Röntgenfilmen in Kopie sowie das Anfertigen von Röntgenbildern im Rahmen von Gutachten zur Befundung durch die fachkundigen nichtradiologischen Kollegen wurden angefordert, aber nicht fachärztlich vidiert. Alle diese Befunde wurden über Klick auf den Button „fertig, kein Befund“ als nicht abgeschlossene Befunde im Orbis belassen.

## **„Just in time“**

*Just in time* ist ein Begriff aus der Logistik produzierender Betriebe und bedeutet *bedarfsgerechte Lieferung* oder *Lieferung der gewünschten Leistung zum gewünschten Zeitpunkt* (Wildemann, 1990). Befunde, die von den Zuweisern nicht zeitnah nachgefragt werden und zudem eine komplexe Bearbeitung erfordern, wurden als „not just in time (njit)“-Befunde eingestuft. Bei diesen Befunden wurde eine Laufzeit von mehr als 24 Stunden nicht als Fehler angesehen. Hierzu gehören:

Bestrahlungsplanungs-CT, Neuronavigations-CT, Wirbelsäulennavigations-CT

Grund: Unmittelbares Versenden der Rohdaten bei der Akquise an eine externe Workstation zur Weiterverarbeitung durch fachkundige Kollegen der behandelnden Abteilung

- CT-gesteuerte Punktionen mit Probeentnahme

Grund: Vorabbefund nach der Durchführung der Untersuchung, endgültiger Befund nach Erhalt des histologischen Aufarbeitungsergebnisses.

- Anlage von perkutanen Abszessdrainagen mit Probeentnahme

Grund: Vorabbefund nach der Durchführung der Untersuchung, endgültiger Befund nach Erhalt des mikrobiellen Aufarbeitungsergebnisses.

- Herz-CT, Herz-MRT auf Grund des elektiven Charakters und der komplexen Bearbeitung.

### **Angabe der Dringlichkeit im *Orbis***

Die Einteilung nach der Dringlichkeit „Notfall“, „dringend“ und „normal“ ist im *Orbis*-Anforderungsformular ein Pflichtfeld. In den initialen Gesprächen zur Ermittlung der Kundenwünsche wurde seitens der zuweisenden Kollegen immer wieder diese Unterteilung vorgenommen. Im Rahmen der Projektfokussierung wurde diese Einteilung daher als CTQ eingestuft und eine zu erreichende Zielgröße festgelegt. Im Rahmen der Measure Phase wurde ermittelt, dass die Angabe der Dringlichkeit über die Anforderung häufig nicht der tatsächlichen Dringlichkeit entspricht. Regelmäßig wird die automatische Einstellung „normal“ belassen und eine evtl. Dringlichkeit oder Notfallsituation telefonisch mit den zuständigen Radiologen abgesprochen. Eine Einteilung der Befunde nach diesem Kriterium ist derzeit also nicht sinnvoll, da sie häufig nicht der Realität entspricht.

### **Der IST-Prozess im Detail**

Derzeit durchläuft ein Befund grob drei Stationen: technische Assistenz, Assistenzarzt und Facharzt. Bei Wahlleistungspatienten kommt als vierte Station die Supervision des Direktors oder seines Vertreters hinzu.

Nachdem die Bilder erstellt und ggf. nachbearbeitet wurden, öffnet der technische Assistent den Formulareil „Datenerfassung“, trägt dort Untersuchungsparameter wie

Strahlendosis und Anzahl der Bilder etc. sowie den zuständigen Assistenzarzt ein, in dessen Liste das Formular mit dem Klick auf den Button „Befundung“ gesendet wird.

Der Assistenzarzt öffnet dann das Formular, klickt auf den Button „Bilder“ und öffnet damit im Bildbetrachtungsprogramm die zugehörigen Bilder. Dann klickt er auf „Vorbefunde“ und öffnet das Formular der Voruntersuchung mit den zugehörigen Bildern. Liegen diese Bilder nicht in digitaler Form vor, müssen diese aus dem Archiv durch die Mitarbeiter des Serviceteams geholt werden.

Nach Erstellung des Befundes wird das Formular entweder zur Besprechung mit dem Facharzt in der eigenen Vidierungsliste zwischengespeichert oder gleich in die Vidierungsliste des zuständigen Facharztes gesendet.

Der Facharzt bearbeitet wie der Assistenzarzt das Formular und signiert es elektronisch mit Klick auf den Button „Befund vidieren“. Bedarf der Befund einer Korrektur seitens des Assistenzarztes, wird das Formular vor der Vidierung erneut in eine Liste des Assistenzarztes gesendet. Es entsteht also eine Schleife. Befunde von Wahlleistungspatienten werden nicht vom Facharzt vidiert, sondern in die Vidierungsliste des Direktors gesendet.

Der Direktor bearbeitet den Befund ebenso wie Assistenz- und Facharzt und vidiert ihn dann. Bedarf der Befund einer Korrektur, entstehen Schleifen zum Assistenz- oder zum Facharzt.

Neben der einfachen Verzögerung der Befundlaufzeit auf Grund von Feedbackschleifen zwischen den einzelnen Hierarchieebenen oder langsamer Abarbeitung fielen an mehreren Stellen im Prozess mögliche Fehlerquellen auf. Diese lagen zum einen in der inkonstanten Abarbeitung eines Prozessschritts oder im Fehlen von Sicherungssystemen.

### **Quick Hit „Befundender Arzt“**

Tritt bei der Betrachtung des Prozesses ein offensichtliches Problem auf, das mit minimalem Aufwand umgehend behoben werden kann, spricht man von einem *Quick Hit*.

Einige Felder im Formularteil *Datenerfassung* sind Pflichtfelder. Der Eintrag des befundenden Arztes gehört jedoch nicht dazu. Wird kein Arzt eingetragen, wird das Be-

fundformular in eine allgemeine Befundungsliste gesendet. Da *Orbis* die Arbeitslisten standardmäßig nach dem eingeloggtten User sortiert, werden Befunde ohne Arztzuordnung im normalen Tagesablauf derzeit nicht detektiert, da sie in keiner standardmäßig genutzten Arbeitsliste auftauchen. Mit der arbeitstäglichen Überprüfung der allgemeinen Liste ohne Arztzuordnung durch die ärztlichen Mitarbeiter und die DV konnte diese Fehlerquelle nach Identifikation umgehend reduziert werden. Zudem wurde auf Seiten der technischen Assistenz ein Bewusstsein für das fehlende Pflichtfeld und den Einfluss einer Fehlquittierung auf die Befundlaufzeit geweckt.

### **3.2. Ergebnisse der Analyse Phase**

#### **Langläuferanalyse**

Bei jedem Formular wird die „Geschichte“ des Formulars geloggt. Transaktionen wie „angelegt“, „angesehen“, „gedruckt“, „bearbeitet“ und „vidiert“ werden hier hinterlegt und sind für jeden *Orbis*-User einsehbar. Anhand dieser Geschichte kann der Werdegang eines Formulars in Zusammenschau mit den zusätzlichen Zeitauswertungen (S bis V2-Zeit) im Regelfall in guter Näherung rekonstruiert werden. Dieser Vorgang muss manuell durchgeführt werden, ist zeitintensiv und setzt die profunde Kenntnis der Gewohnheiten und Arbeitsweisen aller beteiligten Mitarbeiter voraus.

Für die Analyse der Langläufer wurden exemplarisch alle Befunde des Monats Januar 2008, deren Laufzeiten länger als 24 Stunden betrugen, einzeln betrachtet und in Gruppen sortiert. In den folgenden Wochen wurden einige Gruppen zusammengelegt, andere in der Reihenfolge geändert. Die in unseren Grafiken verwendeten Gruppennummern sind im Folgenden hinter der Gruppenbezeichnung in Klammern aufgeführt.

Im Einzelnen konnten folgende Gruppen unterschieden werden:

1. Keine Vidierung nötig (1):

Hierzu zählen Leistungen, die zwar erbracht werden aber keiner fachärztlichen Vidierung bedürfen und also auch nicht vidiert wurden.

- Anfertigung von Aufnahmen für die fachkundigen Kollegen des MVZ-Chirurgie (Medizinisches Versorgungszentrum)
- Anfertigung von Aufnahmen im Rahmen von Gutachten der Kliniken für Orthopädie und Unfallchirurgie



- Serviceleistungen wie zusätzlicher Ausdruck von Bildern, Brennen von Daten-CDs, Demonstration auswärtiger Bildgebung in klinischen Konferenzen, Einscannen auswärtiger Bildgebung und Einlesen von Daten-CDs mit auswärtiger Bildgebung.

2. Prozesskonforme Langläufer

Hierbei wurde ermittelt, an welcher Stelle im Prozess die Verzögerung auftrat:

21 Warten auf Vidierung (Verzögerung auf Facharzzebene) (21):

Ein Befund wurde nicht zeitgerecht fachärztlich vidiert, obwohl er sich schon in der Liste des Facharztes befand.

211 Warten auf Vidierung (Verzögerung auf Chefebene) (211):

Befunde der Wahlleistungspatienten werden nach fachärztlicher Bearbeitung nicht vidiert, sondern in die Liste des Direktors gesendet. Durch diesen zusätzlichen Prozessschritt können weitere Verzögerungen auftreten.

22 Lange Bearbeitungszeit (Verzögerung auf Assistenzarzzebene) (22):

Ein Befund befand sich länger als 24 Stunden in der Bearbeitung durch den Assistenzarzt.

23 Warten auf Bearbeitung (Verzögerung auf Assistenzarzzebene) (23):

Ein Befund liegt länger als 24 Stunden in der Liste des Assistenzarztes, ohne von diesem bearbeitet zu werden.

3. Kettenverarbeitung (3):

Mehr als ein Assistenzarzt und ein Facharzt haben den Befund bearbeitet.

4. Langläufer mit Vorabbefund (6):

Aus organisatorischen oder medizinischen Gründen werden bisweilen Vorabbefunde erstellt (s.u.). Der endgültige Befund wird erst später vidiert.

5. Pingpong zwischen Assistenzarzt und Facharzt (8)

Ist der Facharzt der Ansicht, ein Befund müsse vom Assistenzarzt noch einmal überarbeitet werden, kann er ihn wieder in die Liste des Assistenzarztes sen-

den. Wird diese Schleife mehrfach durchlaufen wurde das von uns als „Ping-pong“ bezeichnet.

6. Ein Mitarbeiter der DV ist der erste, der nach dem Quittieren den Befund angefasst hat (9):

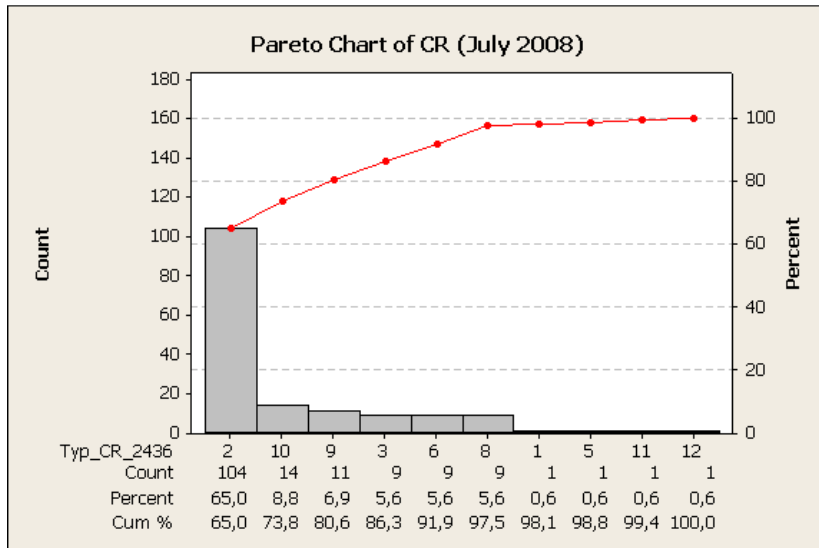
Wie unter „Quick Hit“ beschrieben bietet *Orbis* einige Fehlermöglichkeiten in Bezug auf das Versenden von Befundformularen. Die Mitarbeiter der Datenverarbeitung überprüfen diese potentiellen Möglichkeiten (s.u.). Dort identifizierte Formulare werden dann dem zuständigen Assistenzarzt zugewiesen. Eine seltene Überprüfung führt hier zu extrem langen Befundlaufzeiten.

7. Fachärztliche Mehrfachbearbeitung eines Befundes (10)

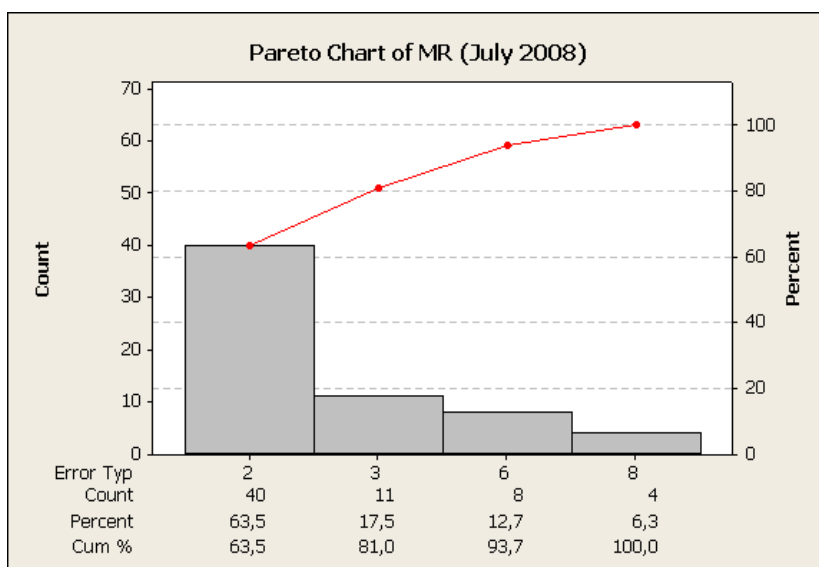
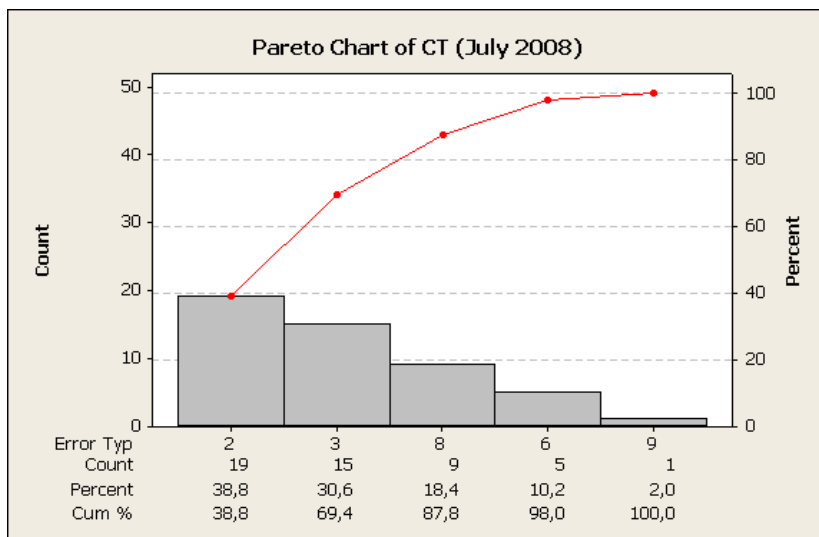
Hier werden Befunde eingruppiert, die von mehreren Fachärzten bearbeitet wurden. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass der erste Facharzt den Befund nicht vidiert hat.

Im Folgenden finden Sie die Pareto-Analyse der Fehlertypen für den Monat Juli 2008 basierend auf der o.g. Gruppeneinteilung. Aus Zeitgründen wurden bei den konventionellen Röntgenaufnahmen nur die Langläufer zwischen 24 und 36 Stunden erfasst. Die prozesskonformen Langläufergruppen 21, 211, 22 und 23 sind in Gruppe 2 zusammengefasst. Diese machen im Juli schon insgesamt 60% der Langläufer aus.

Abbildung 11: Pareto Chart zur Differenzierung der Langläufer > 24h, Juli 2008



Legende:  
 Typ\_CR\_2436: Fehlertypen (s.u.)  
 Error Typ: Fehlertypen (s.u.)  
 Count: Anzahl Langläufer pro Fehlertyp  
 Percent: Prozentualer Anteil des Fehlertyps an der Gesamtzahl der Langläufer  
 Cum%: kumulativ-prozentualer Anteil des Fehlertyps an der Gesamtzahl der Langläufer  
 Fehlertypen:  
 1: Keine Vidierung erforderlich: Serviceleistung  
 2: Prozesskonforme Langläufer (inkl. Untergruppen)  
 3: mehr als ein Assistenzarzt und ein Facharzt haben einen Befund bearbeitet.  
 5, 11, 12: im Verlauf unter 2 eingruppiert  
 6: ein Vorabbeurteilung wurde zeitgerecht erstellt, der Hauptbefund folgte später.  
 8: Mehrfachbearbeitung durch Assistenzarzt und Facharzt  
 9: Abarbeitung erst nach Zuordnung durch DV

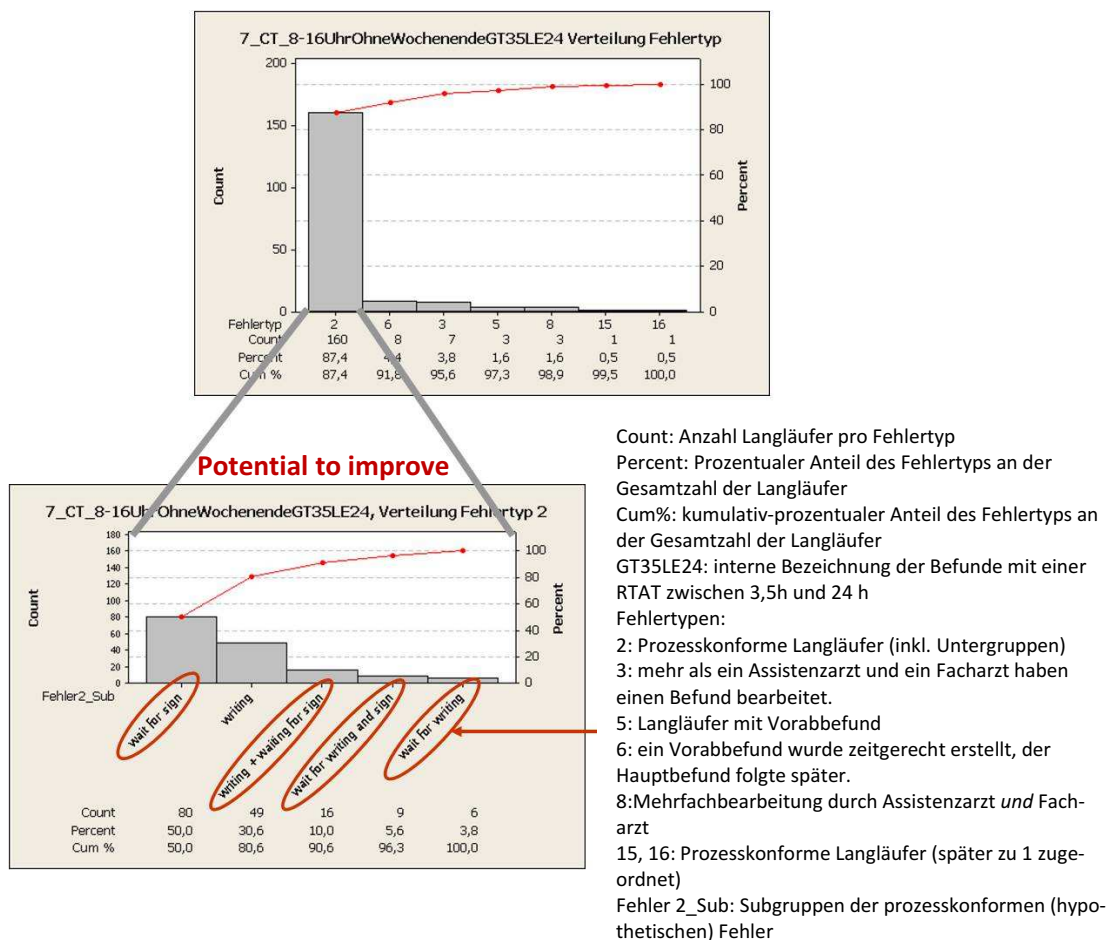


Pareto-Analyse der Fehlertypen für den Monat Juli 2008, basierend auf der o.g. Gruppeneinteilung. Die prozesskonformen Langläufergruppen 21 211, 22, 23 sind unter Fehlertyp 2 gruppiert und machen insgesamt 60% der Langläufer aus.

## Analyse des Arbeitsverhaltens – Potential to improve

Um ein tieferes Verständnis unserer arbeitstäglichen Prozessdynamik zu erhalten, definierten wir hypothetisch, ein Fehler würde bei einer S-V2 Zeit zwischen 3,5 und 24 Stunden auftreten. Exemplarisch wurden hier 183 Befunde manuell ausgewertet. Das Pareto-Diagramm zeigte mit 87% der Befunde auch hier die Hauptlast in der Gruppe der prozesskonformen Langläufer.

Abbildung 12: Pareto-Analyse des Arbeitsverhaltens zwischen 3,5 und 24 Stunden RTAT.



Zur Analyse des Arbeitsverhaltens und zur Identifizierung von Verbesserungspotentialen wurde diese Pareto-Analyse der Fehlertypen unter der hypothetische Annahme, ein Fehler träte bei einer RTAT zwischen 3,5h und 24h auf, durchgeführt. Exemplarische Auswertung der CT-Befunde aus dem Tagesdienst.

Auf Grund der Dominanz der prozesskonformen Langläufer (Fehlertyp 2) wurde nun ausschließlich dieser Fehlertyp analysiert und erörtert, wodurch die theoretische Verzögerung verursacht ist. Das Schreiben des Befundes (writing) und das Warten auf fachärztliche Vidierung (wait for sign) sind mit über 80% die Hauptursachen.

Das Warten auf Vidierung (waiting for sign) macht dabei mit 50% den größten Anteil aus und birgt daher das größte Potential einer innerarbeitstäglichen Optimierung. Geschuldet ist diese Verzögerung der Vidierung einem breiten Einsatz der Fachärzte so-

wohl für die Befundvidierung und die klinisch-radiologischen Konferenzen als auch für Vorlesungen und Forschung im universitären Betrieb. Die Vidierung der Befunde erfolgt dadurch stoßweise und nicht kontinuierlich. Dasselbe gilt auch für die Kommunikation zwischen Assistenz- und Facharzt, was u.a. zu einer verlängerten Schreibzeit der Befunde führt (writing + waiting for sign). Neben definierten Besprechungszeiten müssten auch Vertreterregelungen für die universitär eingesetzten Fachärzte in Erwägung gezogen werden, um anfallende Befunde kontinuierlich abzuarbeiten

Eine Kombination aus Verzögerung auf AA- und FA-Ebene (wait for writing and sign) sowie eine Verlängerung bis zur initialen Befundung durch den Assistenzarzt (wait for writing) tritt z. B. bei einem erhöhtem Aufkommen von Notfallpatienten auf. Aber auch die zeitliche Planung ambulanter Sprechstunden ohne interdisziplinäre Koordination (Orthopädie, Unfallchirurgie, Pneumologie) führt zu einem nicht planbaren Patientenaufkommen und kann Verzögerungen in diesen Kategorien bedingen. Über entsprechende Absprachen könnten räumliche und personelle Kapazitäten der radiologischen Diagnostik entsprechend den Anforderungen besser verteilt werden.

### ***Potentielle Fehlerquellen im KIS***

Das Klinische Arbeitsplatzsystem *Orbis* ist in Modulen aufgebaut. Je nachdem über welche Abteilung ein Mitarbeiter im *Orbis* registriert ist und welche Stellung er dort inne hat, kann er auf unterschiedliche interne und externe Module und Modulteile zugreifen.

Im radiologischen Modul *RAPL* (radiologischer Arbeitsplatz) werden die angeforderten Befundformulare in verschiedenen Arbeitsschritten von einer Arbeitsliste zur nächsten gesendet, bevor sie endgültig vidiert werden (s. „Radiologische Prozesskette“). Für den von uns betrachteten Prozess konnten wir einige potentielle Fehlerquellen auf dem Weg des Formulars identifizieren.

### ***Der befundende Arzt in der Datenerfassung***

Neben der unter „Quick-Hit...“ beschriebenen Möglichkeit, keinen befundenden Arzt einzutragen, besteht auch die Möglichkeit, den falschen Arzt einzutragen. Das Eintragen erfolgt über ein Drop-down-Menü, in dem alle über die *Klinik für Strahlendiagnostik* registrierten Mitarbeiter mit Arztstatus aufgelistet sind. Darunter befinden sich ne-

ben Assistenzärzten und Fachärzten auch Mitarbeiter der DV sowie ehemalige Mitarbeiter. Auch Kollegen anderer Abteilungen, die im Rahmen ihrer fachärztlichen Weiterbildung kurz in unsere Abteilung rotierten, sind dort häufig noch gelistet. So kann es vorkommen, dass Formulare in Listen gesendet werden, auf die der betreffende Kollege nicht mehr zugreift oder nicht mehr zugreifen kann.

#### **Manuell eingetragene Zielperson im Befundformular**

Zum Versenden des Befundformulars wird ein Zielbenutzer über ein Drop-down-Menü eingetragen. Darin finden sich neben den Ärzten auch alle anderen Mitarbeiter der Abteilung sowie viele Ehemalige. In der Regel wird ein Befundformular vom Assistenzarzt zum Facharzt und dann ggf. weiter zum Direktor gesendet. Da der Zielbenutzer manuell eingegeben wird, besteht natürlich immer die Möglichkeit, aus dem Menü den falschen Benutzer anzuwählen.

#### **Die Listen**

Nach Eintragen des Zielbenutzers wird ein Formular mit dem Klick auf einen der Button „Befundung“ oder „Vidierung“ in die entsprechende Liste des Zielbenutzers gesendet. Zusätzlich gibt es noch den Button „Sekretariat“. Eine Liste mit dieser Bezeichnung wird allerdings nur im Profil der entsprechenden Schreibkraft angezeigt. Jeder Benutzer sieht derzeit nur seine eigenen Listen. Das führt dazu, dass falsch versendete Befunde nicht zeitgerecht abgearbeitet werden. „Falsch versendet“ kann hierbei bedeuten, dass Befunde in Listen gesendet werden, die vom Zielbenutzer nicht gesichtet werden oder nicht gesichtet werden können. Auch das Versenden an einen Kollegen, der an diesem Tag nicht im Haus ist, führt im Sinne des 24-Stunden-CTQ zu einem Fehler.

#### **Automatisch eingetragener Zielbenutzer.**

Wird ein Formular nach dem Öffnen über den Button „Drucken“ ausgedruckt oder zwischengespeichert, wird automatisch der Bearbeiter als Zielperson eingetragen unabhängig von der Liste, aus der das Formular stammt. Das kann dann zu Fehlern führen, wenn der Bearbeiter nicht weiß, aus welcher Liste das Formular stammt, und eine falsche Zuordnung erfolgt.

### 3.3. Ergebnisse der Improve Phase

#### Die 10 Hauptprobleme und ihre Lösungen

Aus den vielen Lösungsansätzen wurden zehn für die sofortige Umsetzung ausgewählt.

Die Dokumentation erfolgte nach folgendem Schema:

Problem:	Kurze Darstellung des Problems als Überschrift.
Lösung:	Kurze Darstellung der Lösung.
Situation:	Ausführliche Darstellung des Problems und der Ursachen.
Verbesserung:	Ausführlich Darstellung des Lösungswegs.
Bedarf:	Bedarfsauflistung zur Umsetzung der Lösung.
Benefit:	Aufstellung des erwarteten Gewinns.

#### ***1. Voraufnahmen, die nicht im PACS vorliegen, aber in unserer Abteilung erstellt wurden, werden dem Arzt nicht automatisch vorgelegt***

Lösung:

Befund erst in die Befundung schicken, wenn die Voraufnahmen vorliegen

Situation:

Gerade am Befundungsplatz „orthopädische Projektionsradiographie“ und „Thoraxdiagnostik“ fehlen häufig wichtige Voraufnahmen, die zwar in unserer Abteilung erstellt wurden, aber nicht online verfügbar sind. Derzeit fehlt ein klarer Workflow zum Beschaffen dieser Voraufnahmen. Der befundende Arzt muss häufig selbst laufen oder telefonieren, um die Voraufnahmen zu erhalten. Das führt zu Unterbrechungen des Befundungsprozesses, zu längeren Befundlaufzeiten und Überstunden.

Verbesserung:

Sind die Voraufnahmen nicht online verfügbar, bleibt das Formular solange in der Durchführung, bis die Voraufnahmen dem befundenden Arzt vorgelegt werden können. Das wird dadurch übersichtlich gestaltet, dass die MTRA, die die Untersuchung durchgeführt hat, den Vorgang mit dem eigenen Namen als Zielbenutzer nach der zeitnahen Quittierung der Leistung wieder in die Durchführung zurücksendet. Bei Dienstende muss jeder dieser Vorgänge abgearbeitet sein. Das bedeutet, dass entwe-

der die Voraufnahmen dem Arzt vorgelegt wurden oder es geklärt ist, wo sich die Voraufnahmen befinden und wann bzw. ob sie vorgelegt werden können.

Bedarf:

Anweisung für die technischen Assistenten zum Umgang mit fehlenden Voraufnahmen

Benefit:

Kürzere Befundlaufzeiten durch weniger Unterbrechungen und Konzentration der Assistenzärzte auf die Befundung.

## ***2. Quittieren im Block. Unvollständiges Abarbeiten eines Vorgangs***

Lösung:

Erst wenn die Untersuchung eines Patienten vollständig abgearbeitet und vollständig quittiert ist, wird der nächste Patient in den Untersuchungsraum geholt.

Situation:

Vor allem am Thoraxarbeitsplatz, seltener auch an anderen Arbeitsplätzen kommt es vor, dass die nächste Untersuchung gestartet wird, obwohl die letzte Untersuchung noch nicht vollständig quittiert ist. Solange eine Untersuchung nicht quittiert ist, ist das Befundformular für den befundenden Arzt nicht zur Bearbeitung freigegeben. Das führt vormittags zu nicht kalkulierbaren Leerlaufzeiten bei den befundenden Ärzten. Am Nachmittag häufen sich die Befunde und es kommt zu Überstunden auf Seiten der Assistenzärzte. Die Befunde erreichen die verantwortlichen Fachärzte häufig erst am nächsten Tag, was zu Verlängerungen der Laufzeiten führt.

Verbesserung:

An allen Arbeitsplätzen muss eine Untersuchung vollständig abgeschlossen und quittiert sein, bevor die nächste Untersuchung durchgeführt wird. Eine mögliche Verzögerung des Workflows auf Seiten der technischen Assistenz wird durch die Reduktion der Gesamtlaufzeit des Befundes aufgewogen. Die einzige Ausnahme gibt es bei den Thoraxaufnahmen, die auf den Intensivstationen durchgeführt werden. Auf Grund der langen Wege von bis zu 300 Metern (eine Richtung) und der Organisation auf Station müssen hier alle Thoraxaufnahmen dieser Station hintereinander angefertigt werden.



Diese werden dann gemeinsam unmittelbar nach Rückkehr des technischen Assistenten in die radiologische Abteilung quittiert.

Bedarf:

Anweisung für die technischen Assistenten zum unverzüglichen und vollständigen Abarbeiten eines Vorgangs.

Benefit:

Reduktion der Befundlaufzeiten und der Überstunden durch konstante Arbeitsbelastung der Assistenzärzte und arbeitstägliches fachärztliches Vidieren.

### ***3. Leerlauf am Morgen, volle Liste am Nachmittag***

Lösung:

Terminierung der ersten Untersuchungen am Vortag über den hausinternen Patiententransportdienst und Abrufen der ersten Patienten durch die Nachtdienst-MTRA.

Situation:

Zwischen 07:30 und 07:45 Uhr findet die Frühbesprechung der technischen Assistenten statt. Auf Grund der personellen Situation wird häufig erst dabei entschieden, wer an diesem Tag an welcher Modalität arbeitet. Es ist derzeit Aufgabe der einzelnen Modalitäten, die Patienten von Station zu den Untersuchungen abzurufen, was erst nach der Einteilung der technischen Assistenten erfolgt. Die ersten Patienten werden also teilweise erst um 8:00 Uhr für die Untersuchungen bestellt. Die knappen Personalressourcen auf Station und die Art der Untersuchung kann zu weiteren Verzögerungen führen, sodass die ersten Befunde häufig erst ab 08:15 Uhr in den Arbeitslisten der Assistenzärzte erscheinen. Diese Verzögerung führt auf Seiten der Assistenzärzte zu Leerlauf am Vormittag und zu Arbeitsspitzen am Nachmittag. Hieraus resultieren Überstunden und Befunde, die erst am nächsten Tag fachärztlich vidiert werden.

Verbesserung:

Die Stationen der Klinik für Innere Medizin verfügen über einen Patiententransportdienst. In Absprache mit diesem Transportdienst werden in Zukunft die Termine für die ersten 3 Untersuchungen eines jeden Arbeitsplatzes schon am Vortag koordiniert. Nach der Einteilung der technischen Assistenten um 07:45 Uhr kann dann umgehend

mit der Untersuchung des ersten Patienten begonnen werden. Sollten Patienten anderer Kliniken an erster Stelle untersucht werden, die nicht über den Transportdienst koordiniert werden können, so ist es Aufgabe der Nachtdienst-MTRA dafür zu sorgen, dass sich diese Patienten um 07:45 Uhr zur entsprechenden Untersuchung einfinden. Hierbei bietet es sich an, möglichst mobile Patienten abzurufen, die unabhängig vom Pflegepersonal zur Untersuchung erscheinen können.

Bedarf:

- Anweisung für die technischen Assistenten für die Organisation der ersten Untersuchungen
- Absprache mit dem Transportdienst zur gemeinsamen Organisation des reibungslosen Ablaufs. Ggf. Folgekonferenzen.

Benefit:

Reduktion der Befundlaufzeiten und der Überstunden durch konstante Arbeitsbelastung der Assistenzärzte und arbeitstägliches fachärztliches Vidieren.

#### ***4. Langläufer durch Fehlquittierung***

Lösung:

Kontrolle der Arbeitslisten durch Ärzte und DV (Quick-Hit, s.o.)

Situation:

Wird im Formular "Datenerfassung" der befundende Arzt nicht oder nicht korrekt eingegeben, wird das Formular auch nicht in die Arbeitsliste des zuständigen Assistenzarztes gesendet. Diese Befunde liegen dann entweder in Listen, die keinem Zielbenutzer zugeordnet sind, oder in der Liste von Mitarbeitern, die entweder nicht im Hause sind oder nicht auf diese Listen zugreifen können. Da diese Listen derzeit nur sporadisch von den Mitarbeitern der DV geprüft werden, können bei diesen „herrenlosen“ Befunden Laufzeiten bis über 1.000 Stunden entstehen.

Verbesserung:

1. Kontrolle durch Ärzte.

- Kontrolle der Liste „Offene Befunde“ gefiltert nach dem eigenen Namen
- Kontrolle der Liste „Befundung“ ohne Namensfilter. Hier Suche nach Vorgängen, denen kein Zielbenutzer zugewiesen ist, und Abarbeitung der Vorgänge durch den verantwortlichen Arzt.

## 2. Kontrolle durch Mitarbeiter der Datenverarbeitung

- Kontrolle der Listen der nicht anwesenden Ärzte und Zuweisen der Vorgänge zu den an diesem Tag verantwortlichen Kollegen.

### Bedarf:

1. Anweisung für das ärztliche Personal zum Filtern der Listen und zur Suche nach „Irrläufern“. Bei Dienstende dürfen keine „Irrläufer“ mehr existieren.
2. Anweisung für die DV zum Prüfen der Listen der abwesenden und ehemaligen Ärzte und zum Zuweisen der Befunde zu dem an diesem Tag verantwortlichen Arzt.

### Benefit:

Reduktion der Befundlaufzeiten. Arbeitstägliches Abarbeiten der Befunde.

## **5. Die Liste des Assistenzarztes ist bei Dienstschluss nicht leer**

### Lösung:

Kategorisierung der Vorgänge nach „just in time (jit)“ und „not just in time (njit)“ → Alle „just in time“-Befunde müssen vor Dienstschluss abgearbeitet sein.

### Situation:

Derzeit werden einige Vorgänge, die augenscheinlich nicht dringend sind, bis zum Folgetag oder länger nicht abgearbeitet und verbleiben in Listen der Assistenzärzte. Im Rahmen der *Migration in die digitale Welt* ist die einzige Möglichkeit für den nicht fachkundigen Zuweiser, auf die Bilder zuzugreifen, der Weg über den fachärztlich viidierten Befund oder einen Vorabbefund. Werden Befunde erst am nächsten Tag oder später geschrieben, verzögert sich ggf. die Behandlung des Patienten. Neben der Gesundheit des Patienten kann hiervon auch seine Verweildauer im Klinikum beeinflusst werden. Das hat finanzielle Konsequenzen für das Krankenhaus und, zum Beispiel bei Verdienstausschlag, auch für den Patienten.

Verbesserung:

Arbeitstägliche Abarbeitung aller „just in time“-Vorgänge.

Aus klinischen Gesichtspunkten werden einige Untersuchungen als „nicht just-in-time“ eingestuft (s.o.)

Bedarf:

Anweisung für die Assistenzärzte zur arbeitstäglichen Abarbeitung aller „just in time“-Vorgänge.

Benefit:

Arbeitstägliche Fertigstellung aller „just in time“-Vorgänge

#### **6. Bilder erscheinen bei Klick auf Button „Bilder“ nicht im PACS.**

Lösung:

Prüfen der Verknüpfung zwischen Befund und Bild durch die technischen Assistenten. Wenn möglich Fehler beheben, wenn nicht Rücksprache mit DV. Nur Befunde mit korrekt verknüpften Bildern in die ärztlichen Arbeitslisten senden.

Situation:

Aus verschiedenen Gründen lassen sich bisweilen Bilder zu einem Befundformular nicht oder nicht vollständig im *IMPAX* öffnen. Nach der Volldigitalisierung der radiologischen Abteilung ist der Button „Bilder“ im Befundformular bzw. der äquivalente Button „Webviewer“ im fertig vidierten Befund der einzige Weg für den Zuweiser, Zugriff auf die Bilder zu erhalten. Die korrekte Verknüpfung muss also gewährleistet sein. Die Ursachenforschung ist vom ärztlichen Arbeitsplatz aus nicht möglich. Ebenso fehlt auch den technischen Assistenten häufig die Möglichkeit, Verknüpfungsfehler zwischen Bild und Befund eindeutig zu identifizieren und zu beheben, obwohl diese Fehler in ihrem Arbeitsbereich, also bei der Erstellung, Beschriftung und Archivierung entstehen. Erschwerend kommt hinzu, dass nicht alle Assistenzärzte die Bilder über den Button „Bilder“ öffnen. Ein effizienter Kontrollmechanismus für die korrekte Verknüpfung ist also auf ärztlicher Seite nicht gegeben. Das führt dazu, dass manche Befunde zwar online stehen, auf die zugehörigen Bilder jedoch außer direkt über *IMPAX* nicht zugegriffen

werden kann. *IMPAX* steht derzeit nur der *Klinik für Strahlendiagnostik* mit dieser Funktion zur Verfügung.

Verbesserung:

Der technische Assistent hat an seinem Arbeitsplatz während des Quittierens die Möglichkeit, mit einem Klick auf den Button „Webviewer“ die korrekte Verknüpfung und Darstellung aller zum Befund gehörigen Bilder zu prüfen. Treten Unregelmäßigkeiten auf, besteht die Möglichkeit, über eine Serviceoberfläche im Archiv Korrekturen vorzunehmen. Da diese Korrekturen endgültig sind und zum Datenverlust führen können, müssen die technischen Assistenten vorher für diese Tätigkeit geschult werden. Sollten Probleme auftreten, die nicht von den technischen Assistenten gelöst werden können, muss die DV umgehend hinzugezogen werden. Es sollen nur Formulare in die ärztlichen Arbeitslisten gelangen, die korrekt mit allen zugehörigen Bildern verknüpft sind. Alle Verknüpfungsprobleme sind vor Dienstschluss zu beheben.

Bedarf:

- Anweisung für die technischen Assistenten zur Verknüpfungsprüfung.
- Schulung aller technischen Assistenten im Umgang mit dem Serviceprogramm
- Anweisung für die DV zum Umgang mit Verknüpfungsproblemen.

Benefit:

- Garantie der Vollständigkeit des radiologischen Produkts aus Bild und Befund.
- Linearer Workflow durch klare Mechanismen in der Verknüpfungsprüfung
- Reduktion der Befundlaufzeit, da alle Verknüpfungsprobleme auf Ebene der technischen Assistenz und der DV ausgeräumt werden.

## ***7. Die Vorbereitung der klinischen Konferenzen kostet die Ärzte zu viel Zeit.***

Lösung:

Vorbereitung der klinischen Konferenzen durch Mitarbeiter des Serviceteams.

Situation:

1. Ein Assistenzarzt befundet ein Bild, bespricht es mit dem zuständigen Facharzt, bereitet es für eine klinische Konferenz vor und ist später bei der Konferenz zugegen, um

den klinischen Hintergrund der Bildgebung und die daraus entstehenden Konsequenzen mit den Kollegen der anderen Fachrichtung zu diskutieren.

Vor diesem Hintergrund war die Vorbereitung der Konferenz für den Assistenzarzt eine lehrreiche Tätigkeit, die sich zudem mit einem geringen zeitlichen Mehraufwand aus der täglichen Routine ergab. Durch die Digitalisierung und die damit verbundene Zentralisierung bearbeitet ein Assistenzarzt heute viele Befunde unterschiedlicher Fachrichtungen. Zusätzlich steigt die Anzahl der Befunde, sodass die Teilnahme an den Konferenzen nicht mehr möglich ist. Die Vorbereitung ist derzeit auf das Zusammenstellen der Bilder und das Ausdrucken der Befunde nach Wunsch der klinischen Kollegen reduziert und hat keinen nennenswerten ärztlichen Aspekt mehr.

2. In zunehmendem Maße werden Fremdaufnahmen mit der Bitte um Demonstration in der Klinik für Strahlendiagnostik eingereicht. Das Einlesen und Einscannen dieser Fremdaufnahmen bindet an unserer inneren Leitstelle in zunehmendem Maße eine Arbeitskraft. Zugleich wird aber durch die rein digitale Bildarchivierung Arbeitskraft im Bereich des Print-Archivs frei. Während des Einlesevorgangs der Fremdbilder kommt es auf Grund der großen Datenmengen häufig zu transferbedingten Wartezeiten, in denen der Servicemitarbeiter jedoch am Arbeitsplatz verbleiben muss, da eine ständige Überwachung des Vorgangs notwendig ist; tritt ein Fehler auf, muss eingegriffen werden. Fehler treten normalerweise auf Grund von partiellen Inkompatibilitäten der Datensätze mit unserem Bildarchiv auf und können teilweise manuell behoben werden.

3. Das PACS-System bietet zwar die Möglichkeit, sogenannte „Demolisten“ automatisch zu bestücken, allerdings lassen sich die Suchkriterien nicht so fein eingrenzen, wie derzeit von klinischen Kollegen gewünscht. Für viele Konferenzen ist dieser Automatismus also noch keine befriedigende Alternative zur manuellen Bestückung.

Verbesserung:

Mit einem zweiten Computer, der sowohl *Orbis*- wie auch *IMPAX*-tauglich ist, können die Wartezeiten während des Datentransfers beim Einlesen der Fremdaufnahmen effektiv zum Vorbereiten der Demos verwendet werden. In dem Maß wie das Print-Archiv stillgelegt wird, können weitere Arbeitskräfte für die digitale Bilderverwaltung eingesetzt werden.

Bedarf:

- Anweisung für das Serviceteam zur Vorbereitung der klinischen Konferenzen.
- Schulung des Serviceteams für die Vorbereitung der klinischen Konferenzen
- Einrichtung eines zweiten Computerarbeitsplatzes mit *Orbis* und *IMPAX* an der inneren Leitstelle.

Benefit:

- Zeitersparnis für die Ärzte pro Woche: Ca. 11 Arbeitsstunden. Zeitersparnis für die Konferenzen im Einzelnen:

Demo Allgemeinchirurgie (DACH II):	4 Stunden	(4 x 1h)
Demo Hämatologie (DHÄM):	1h 20 min	(4 x 20 min)
Demo Orthopädie (DORT):	1h 40 min	(5 x 20 min)
Demo Verdauung und Stoffwechsel (DVSW):	1h 20 min	(4 x 20 min)
Demo Nephrologie (DNEP):	1h	(4 x 15 min)
Demo Urologie (DURO)	50 min	(5 x 10 min)
Demo Pneumologie (DPNEU)	40 min	(4 x 10 min)

---

<b>Summe:</b>	<b>10h50 min</b>
---------------	------------------

### ***8. Häufige Unterbrechung durch Nachfragen klinischer Kollegen***

Lösung:

Einrichtung einer ärztlichen Anlaufstelle „Springer“.

Situation:

In der *Klinik für Strahlendiagnostik* gibt es für jeden Facharzt in Oberarztposition einen Funkpieper. Ein weiterer Pieper ist als *Notfallpieper* für den diensthabenden Assistenzarzt im Bereitschaftsdienst vorgesehen. Obwohl der CT-Arbeitsplatz einer der am stärksten arbeitsbelasteten Befundungsplätze ist, hat es sich über die Zeit ergeben, dass der Notfallpieper im Regeldienst dort vom Assistenzarzt übernommen wird. Dieser Pieper wird jedoch nicht nur für wirkliche Notfallsituationen, sondern auch für Terminabfragen, Befundabfragen oder allgemeine Fragen zur radiologischen Abteilung genutzt. Das führt gemittelt zu ca. sieben Unterbrechungen am Tag. Durchschnittlich fünf Minuten werden für die Beantwortung der jeweiligen Frage und das Wiedereinar-

beiten in den aktuellen Befund benötigt. Gerade gegen Ende des Arbeitstages häufen sich diese administrativen Piepereinsätze. Das führt zu Überstunden und längeren Befundlaufzeiten, da der zuständige Facharzt die spät erstellten Befunde nicht mehr arbeitstäglich vidieren kann. Ebenso erfolgen täglich mehrfach telefonische Befund- und Terminnachfragen am Thoraxarbeitsplatz „Rösidium“ und am MRT.

Verbesserung:

Eine Entlastung bringt die Einrichtung eines *Service-Arbeitsplatzes*, der mit einem erfahrenen Assistenzarzt, dem sogenannten *Springer* besetzt wird. Dieser *Springer* übernimmt den Notfallpieper und ist Anlaufstelle für alle klinischen Kollegen und deren Fragen.

Bedarf:

- Einrichtung einer konstanten Position „Springer“ mit Vertreterregelung
- Zusätzliche Workstation (KIS-RIS-PACS) in einem gesonderten Raum (Handarchiv)
- Telefonanschluss, Internetrechner und Drucker an dieser Workstation.

Benefit:

Workflowoptimierung durch Reduktion der nicht arbeitsplatzspezifischen Unterbrechungen.

Dadurch schnelleres Befunden und kürzere Befundlaufzeiten.

### **9. Unterbrechung durch Rückfragen der MTRA zu Protokollen an CT und MRT.**

Lösung:

Festlegung des exakten Untersuchungsprotokolls bei der Indikationsprüfung wenn möglich. Bei im Vorfeld unklaren Protokollen, Festlegung der Protokolle am Morgen durch den zuständigen Assistenz- und Facharzt.

Situation:

Wird eine CT-, MRT- oder angiografische Untersuchung angemeldet, durchläuft sie auf Grund der Röntgenverordnung zuerst die sogenannte Indikationsprüfung. Hierbei stellt ein Facharzt fest, ob die gewünschte Untersuchung die gestellte Frage potentiell beantworten kann und ob der Patient für die Untersuchung geeignet ist. Zum Beispiel dürfen Patienten mit Herzschrittmacher nicht ins MRT und Patienten mit erhöhten



Nierenwerten dürfen bestimmte Kontrastmittel nicht erhalten. Im Rahmen dieser Indikationsprüfung sollen dann auch die zur Beantwortung der Frage erforderlichen Untersuchungsprotokolle festgelegt werden.

Täglich werden durchschnittlich 54 Untersuchungen über die Indikationsprüfung angemeldet (Wochentags mehr; Wochenends weniger). Auf Grund der zeitlichen Belastung der Fachärzte wird die Indikationsprüfung nur unvollständig durchgeführt. Die dadurch unpräzisen Protokollangaben führen durchschnittlich zu sechs Nachfragen seitens der technischen Assistenz. Der zuständige Assistenzarzt benötigt hier durchschnittlich ca. fünf Minuten, um die Entscheidung über die Protokolle zu treffen und sich wieder in den aktuellen Befund einzuarbeiten. Ebenso wird der Workflow des technischen Assistenten gestört.

Verbesserung:

Festlegen und Dokumentation des exakten Untersuchungsprotokolls bei der Indikationsprüfung wenn möglich. Bei im Vorfeld unklaren Protokollen oder fehlenden Informationen erfolgt das Festlegen der Protokolle am Morgen durch den zuständigen Assistenz- und Facharzt.

Bedarf:

Anweisung für die Ärzte wann, in welcher Form und für welche Untersuchungen die Protokolle dokumentiert werden.

Benefit:

Weniger Unterbrechung an den einzelnen Arbeitsplätzen zur Protokollnachfrage. Dadurch besserer Workflow bei technischen Assistenten und Assistenzärzten; Reduktion der Befundlaufzeiten und der Untersuchungszeiten.

### ***10. Unterbrechung der Befundung durch Legen venöser Zugänge.***

Lösung:

Legen der venösen Zugänge durch die technischen Assistenten.

Situation:

Wochentags werden an den Großgeräten CT und MRT ca. 70 Untersuchungen durchge-

führt; ca. 50 davon mit intravenöser Gabe von Kontrastmittel. Stationäre Patienten haben in der Regel schon einen venösen Zugang, ambulante Patienten erhalten den Zugang erst vor Ort im Untersuchungsraum.

Da das Legen venöser Zugänge eine primär ärztliche Tätigkeit ist, müssen die zuständigen Assistenzärzte an MRT und CT für diese Arbeit durchschnittlich je sechsmal am Tag ihre Befundung unterbrechen. Das Legen eines Zugangs und das Wiedereinarbeiten in den aktuellen Befund benötigt ca. fünf Minuten. Ist der Assistenzarzt gerade durch eine Besprechung mit seinem Facharzt oder anderweitig verhindert, führt das zu erhöhten Untersuchungszeiten, da die technischen Assistenten nicht weiterarbeiten können.

Verbesserung:

Die technischen Assistenten legen in Zukunft die venösen Zugänge selbstständig.

Bedarf:

- Offizielle Delegation der Tätigkeit „Legen venöser Zugänge“ an die technischen Assistenten.
- Ausbildung der technischen Assistenten im Rahmen eines *Nadelführerscheins*
- Ausstellung eines Zertifikats nach bestandenem Nadelführerschein zur rechtlichen Absicherung der technischen Assistenten.

Benefit:

Weniger Unterbrechung an den einzelnen Befundungsarbeitsplätzen durch das Legen venöser Zugänge. Dadurch besserer Workflow bei technischen Assistenten und Assistenzärzten; Reduktion der Befundlaufzeiten und der Untersuchungszeiten.

### **Folgeproblem: „Workflow im Notfallbereich“**

Durch die oben genannte Anweisung an die technischen Assistenten, erst einen Patienten vollständig abzuarbeiten bevor der nächste Patient in den Untersuchungsraum geholt wird (Quittieren im Block), kommt es am Arbeitsplatz Notfallbereich/Poliklinik zu einer starken Einschränkung des Workflows auf Seiten der technischen Assistenten und damit zu längeren Wartezeiten für die Patienten. Das Problem wurde in gleicher Form wie die ursprünglichen Probleme aufgearbeitet.

Lösung:

Orbis-Rechner in den Röntgenraum.

Situation:

Bis jetzt wurden im Notfallbereich mehrere Röntgenanforderungen ausgedruckt, diese am Stück abgearbeitet und die Zettel mit den darauf geschriebenen Belichtungsparametern dem zweiten technischen Assistenten (soweit vorhanden) zur Quittierung übergeben. Dadurch war ein flüssiger und sehr zügiger Ablauf gewährleistet. Durch die Dienstanweisung zum „Quittieren im Block“ sind die technischen Assistenten nun gezwungen, jeden Patienten einzeln und persönlich abzuarbeiten. Bedingt durch die räumliche Trennung von Röntgengerät und Orbis-Rechner folgen daraus in der Summe lange Wegstrecken und eine Behinderung des Workflows.

Verbesserung:

Durch die Einrichtung eines zusätzlichen Orbis-Rechners im Röntgenraum werden zum einen die zusätzlichen Wege gespart. Zum anderen entfällt die Zwischendokumentation der Belichtungsparameter auf der Papieranforderung, da die Daten direkt in das elektronische Formular Datenerfassung eingetragen werden. Der technische Assistent kann also durchgehend in diesem Röntgenraum arbeiten. Übertragungsfehler entfallen

Bedarf:

- Orbis-Rechner für den Röntgenraum im Notfallbereich/Poliklinik

Benefit:

- Workflowoptimierung im Notfallbereich/Poliklinik mit Reduktion der Patientenwartezeit
- Reduktion der Befundlaufzeit durch Vermeidung des „Quittierens im Block“
- Vermeidung von Übertragungsfehlern beim Ausfüllen der Datenerfassung.

### **„Fertig kein Befund“**

Zur Dokumentation aller tatsächlich erbrachten Leistungen wurde die Nutzung des Buttons „fertig kein Befund“ eingestellt. Alle erbrachten Leistungen werden in Zukunft auch „fachärztlich“ vidiert. Die Berechtigung zur fachärztlichen Vidierung haben alle Fachärzte sowie einige Mitarbeiter der Datenverarbeitung. Die DV-Mitarbeiter vidieren dann administrative Leistungen wie „Einlesen von Fremdaufnahmen“ oder „Brennen einer Daten-CD“. Da bei jeder Anforderung an die Klinik für Strahlendiagnostik ein dreiteiliges Formular generiert wird, steht nach Vidierung auch ein *Befund* in der elektronischen Mappe des Patienten. Der Vollständigkeit halber wird in Zukunft ein kurzer Vermerk zur erbrachten Leistung eingetragen.

Im Einzelnen werden ab jetzt folgende Serviceleistungen fachärztlich vidiert:

#### 1. „Einlesen von Fremdaufnahmen“

Hierunter fallen sowohl das Einlesen einer Daten-CD mit extern angefertigter Bildgebung wie auch das Einscannen „echter“ Röntgenfilme. Diese werden bei uns elektronisch unter der Patientenidentifikationsnummer (PID) im PACS-System abgelegt. Nach dem Einlesen wird als Befundtextfund „Bilder wurden eingelesen und können über den Webviewer angesehen werden“ eingetragen und der Befund von den vidierungsberechtigten Mitarbeitern der DV vidiert.

#### 2. „Demonstration Fremdaufnahmen“/„Demonstration hauseigener Aufnahmen“

Wünschen die klinischen Kollegen die Demonstration von Aufnahmen in den Konferenzen, melden sie das entweder direkt bei der Anforderung zur Bilderstellung oder nachträglich über eine zusätzliche Anforderung an. Das generierte Formular wird nach dem Einlesen der Daten durch die DV bei Fremdaufnahmen (oder direkt, bei hauseigenen Aufnahmen) an den laut Konferenzplan zuständigen Arzt gesendet. Dieser trägt nach der Konferenz den Textbausein „Bilder wurden am [Datum] demonstriert“ als Befundtext ein und vidiert den Befund. Sollte der Demonstrator noch kein Facharzt sein und keine Berechtigung zum Vidieren haben, wird der Befund an den Direktor oder seinen Stellvertreter zur Vidierung gesendet.

#### 3. „Erstellung von Röntgenbildern für Gutachten der Klinik für Unfallchirurgie und der Klinik für Orthopädie“.

Nach Absprache mit den fachkundigen Kollegen der entsprechenden Kliniken wird von uns dort kein Befund erstellt. Die Bildgebung wird ganz normal als Röntgenleistung angefordert und von den technischen Assistenten bearbeitet. Das Formular enthält seitens der Zuweiser den Vermerk „Gutachten“. Das Formular wird dann von den technischen Assistenten in die Befundungsliste des zuständigen Assistenzarztes gesendet. Dieser fügt den Textbaustein „Anfertigung der Aufnahmen zur Befundung durch die fachkundigen Kollegen der Klinik für Unfallchirurgie/Orthopädie“ ein und sendet den Befund zur Vidierung zum zuständigen Facharzt.

#### 4. Serviceleistung „Erstellung von Röntgenbildern im Auftrag des MVZ-Chirurgie“

Nach Absprache mit den fachkundigen Kollegen des Medizinischen Versorgungszentrums (MVZ) für Chirurgie wird von uns dort kein Befund erstellt. Die Bildgebung wird ganz normal als Röntgenleistung angefordert und von den technischen Assistenten bearbeitet. Das Formular enthält als Empfänger „MVZ-Chirurgie“. Das Formular wird dann von den technischen Assistenten in die Befundungsliste des zuständigen Assistenzarztes gesendet. Dieser fügt den Textbaustein „Anfertigung der Aufnahmen zur Befundung durch die fachkundigen Kollegen des MVZ Chirurgie“ ein und sendet den Befund zur Vidierung zum zuständigen Facharzt.

### **Wahlleistungspatienten**

Zukünftig sollen Befunde von Wahlleistungspatienten unmittelbar vom Assistenzarzt zum Direktor gesendet werden ohne vorher von einem Facharzt bearbeitet zu werden. Der derzeit vierstufige Prozess wird dadurch zu einem dreistufigen umgebaut.

### 3.4. Ergebnisse der Control Phase - CTQs

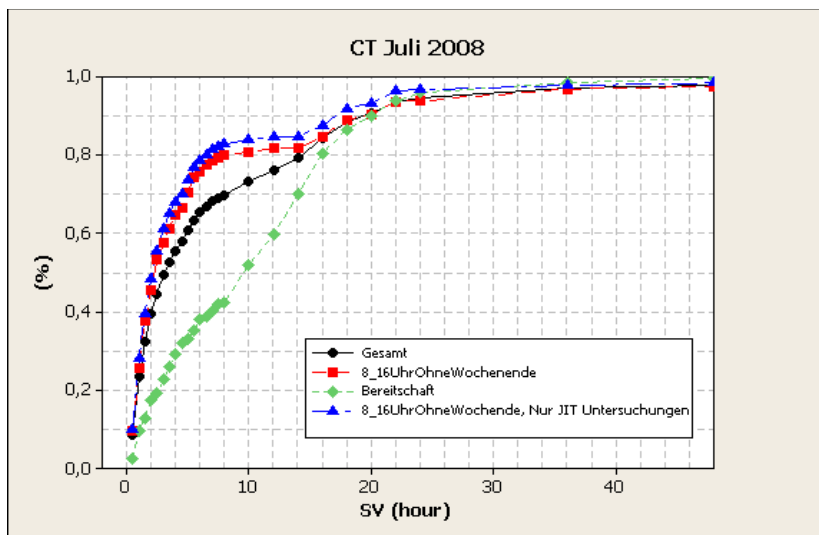
Zum Vergleich wurden die Ergebnisse des Monate Juli 2008 und Dezember 2008 herangezogen. Betrachtet wurden nur CR (Projektionsradiografie), CT (Computertomographie) und MRT (Magnetresonanztomographie).

Eine Unterscheidung nach den im Projektauftrag definierten CTQs *normal*, *dringend* und *Notfall* wurde auf Grund des Zuweiserhaltens nicht vorgenommen. Stattdessen erfolgte die Auswertung nach den Zeiten 4h, 8h und 24h sowie die differenzierte Auswertung der Langläufer.

#### „Just in time“-Befunde

Schon im Juli zeigte sich, dass in der arbeitstäglichen Routine der Unterschied zwischen den „Just-in-time“(jit)- und den „not-just-in-time“(njit)-Befunden sehr gering war. In der vergleichenden Auswertung wurde diese Unterscheidung daher nicht mehr getroffen. Alle Untersuchungen wurden gleich gewertet. Eventuelle Langläufer aus njit-Befunden wurden wie normale Langläufer gewertet.

Abbildung 13: Auswertung der CT-Befunde aus dem Monat Juli, getrennt nach Bereitschaftsdienst, Regeldienst mit und ohne "just-in-time"-Befunde.



**Tabelle 3: Vergleichende Auswertung der Langläufer Juli & Dez. 2008 nach Modalitäten**

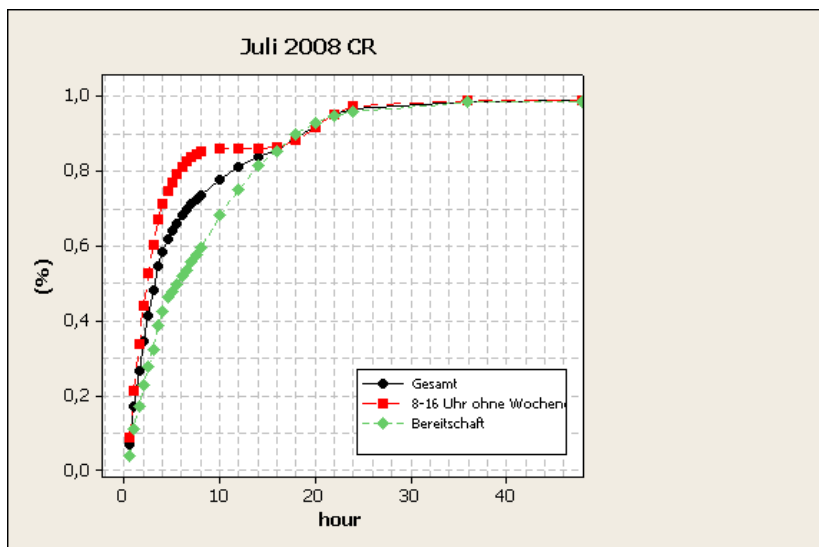
Modalität	CR	CT	MR	Gesamt
Befunde Juli 08 ges.	6328	1183	414	7925
Langläufer Juli 08	228	49	63	340
Langläufer in % Juli 08	3,6 %	4,1%	15,2%	4,3%
Befunde Dez. 08 ges.	5403	1119	398	6920
Langläufer Dez.08	196	32	46	274
Langläufer in % Dez. 08	3,6%	2,8%	11,5%	3,9%
Verbesserung in %	0 %	1,3%	3,7%	0,4%

### **Projektionsradiografie**

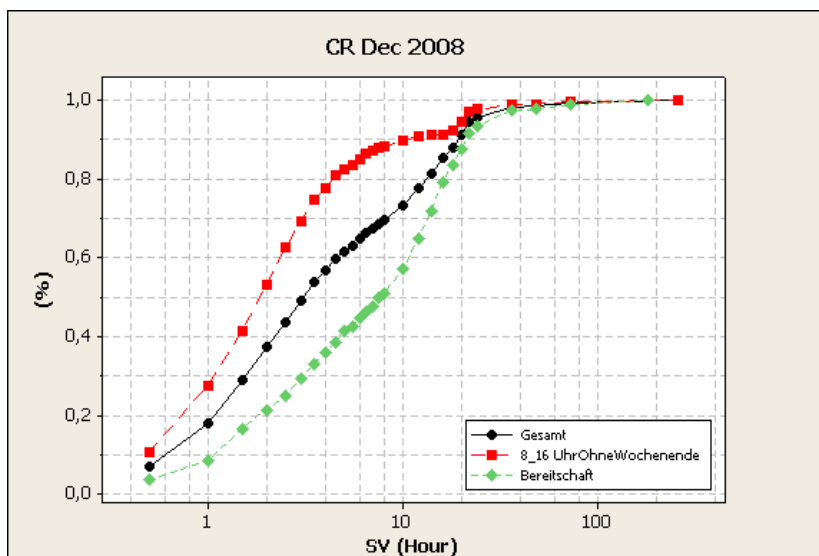
In der Regeldienstzeit angefertigte Aufnahmen werden nun zu 89% innerhalb von 8 Stunden fertiggestellt, im Juli waren es 86%. Ca. 78% sind schon innerhalb von 4 Stunden vidiert, im Juli nur 72%. Das entspricht einer Verbesserung von 3% bzw. 6% im Vergleich zu den Julidaten.

3,6% aller Befunde sind Langläufer > 24 Stunden. Diese Langläufer erstrecken sich bis zu einem Zeitraum von 300 Stunden, (12,5 Tage). Die längsten Befundlaufzeiten im Juli 2008 betrugen noch 500 Stunden, im Mai 2008 sogar noch über 1000 Stunden.

Abbildung 14: Vergleich der CR-Befundlaufzeiten von Juli und Dez. 2008; nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst



Legende:  
SV: Zeitspanne von Bilderstellung bis fachärztliche Befundvidierung  
CR: Projektionsradiografie

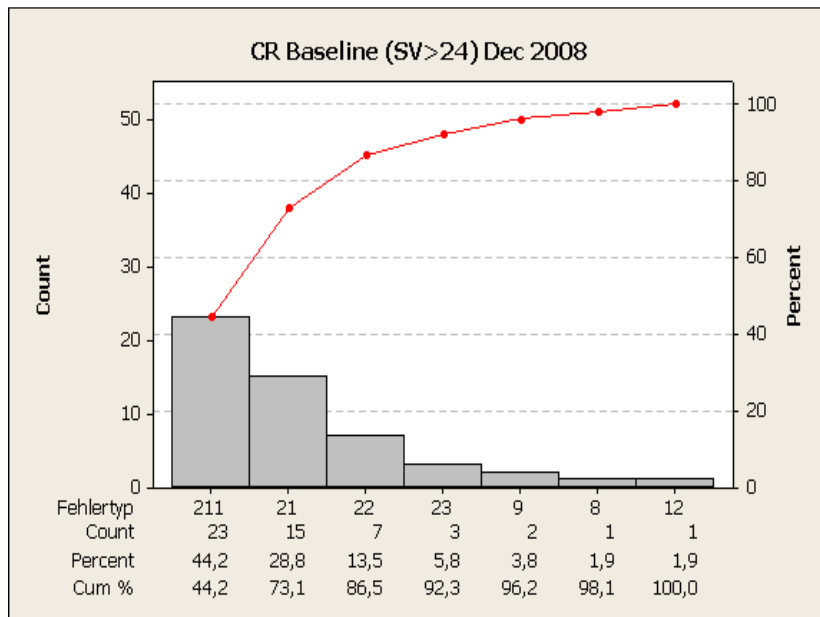


Aus dem folgenden Pareto Chart ist ersichtlich, dass nach wie vor sowohl im Bereitschaftsdienst als auch in der Regeldienstzeit Langläufer entstehen. Der Anteil der Langläufer (S-V2-Zeit >24 Std.) bleibt mit 3,6% aller durchgeführten konventionellen Aufnahmen konstant. Die Anzahl im Dezember beträgt 144 in den Bereitschaftsdiensten und 52 in den Regeldienstzeiten.

73% der Langläufer in der Regeldienstzeit sind durch verzögerte Vidierung (Facharzt-ebene), 19% durch verlängerte Befunderfassung (Assistenzarztebene) verursacht. In den Bereitschaftsdiensten sind jeweils 47% der Langläufer durch verlängerte Befunderfassung und durch verzögerte Vidierung verursacht.



Abbildung 15: Auswertung der CR-Langläufer im Dez. 2008 nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst



Legende:

Count: Anzahl Langläufer pro Fehlertyp

Percent: Prozentualer Anteil des Fehlertyps

Cum%: kumulativ-prozentualer Anteil des Fehlertyps

Fehlertypen:

21: Verzögerung durch Facharzt

211: Verzögerung durch Chef

22: Verzögerung durch Assistenzarzt bei Bearbeitung

23: Verzögerung durch Assistenzarzt bis Bearbeitung

3: mehr als ein Assistenzarzt und ein Facharzt haben einen Befund bearbeitet.

8: Mehrfachbearbeitung durch Assistenzarzt und Facharzt

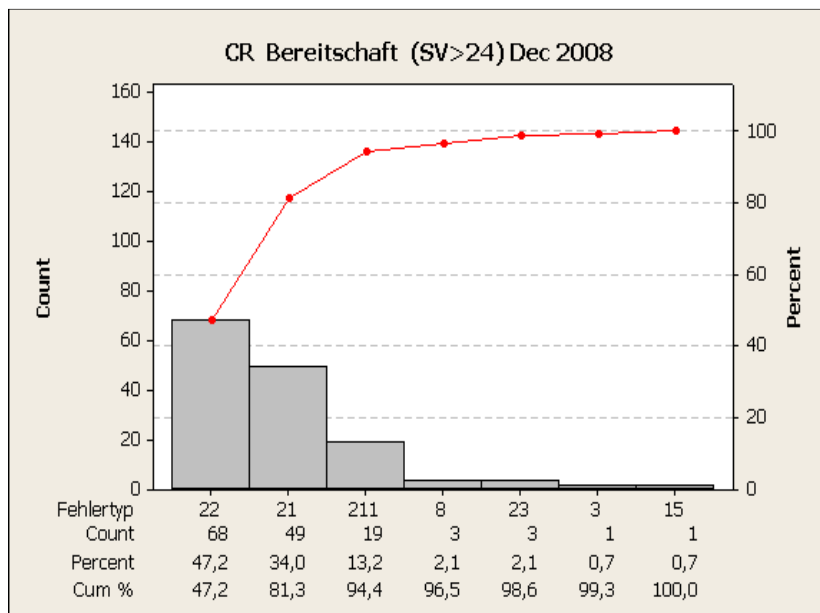
9: Abarbeitung erst nach Zuordnung durch DV

12, 15: Prozesskonforme Langläufer

CR: Projektionsradiographie

SV: Zeit von Bilderstellung bis fachärztliche Befundvidierung

Baseline: Regeldienst

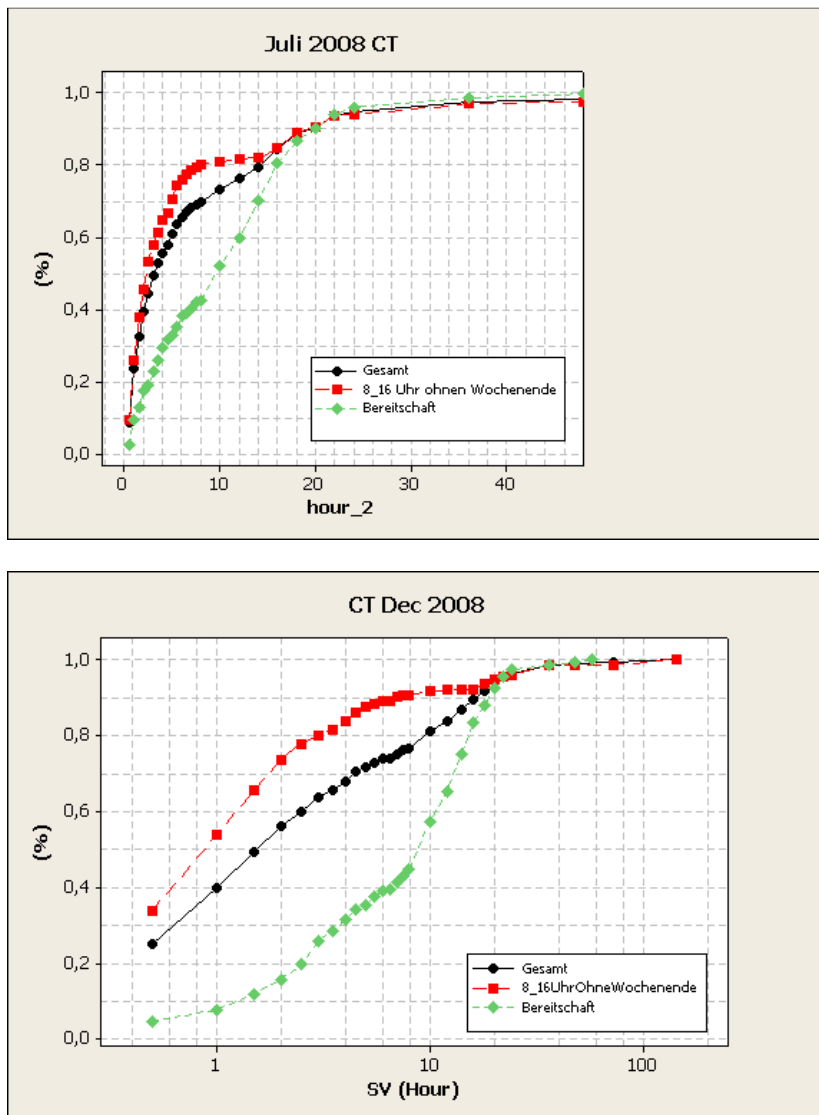


## Computertomografie

In der Regeldienstzeit angefertigte Aufnahmen werden nun zu 91% innerhalb von 8 Stunden fertiggestellt, im Juli waren es 80%. Ca. 84% sind schon innerhalb von 4 Stunden fertiggestellt, im Juli nur 64%. Das entspricht einer Verbesserung von 11% bzw. 20% im Vergleich zu den Julidaten.

2,8% aller Befunde sind Langläufer > 24 Stunden. Diese Langläufer erstrecken sich bis zu einem Zeitraum von 200 Stunden, (8,3 Tage). Die längsten Befundlaufzeiten im Juli 2008 betrugen noch 700 Stunden.

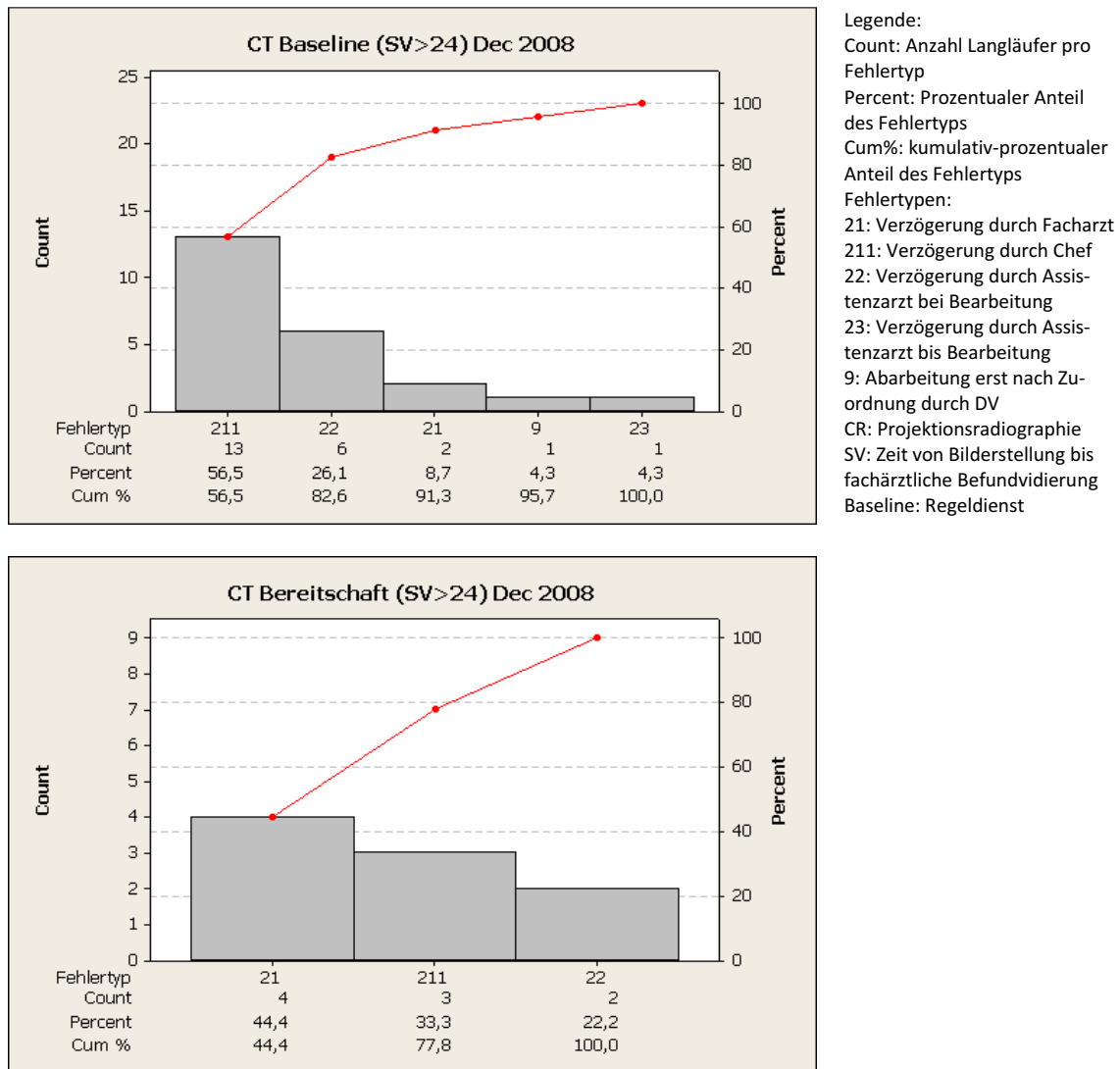
Abbildung 16: Vergleich der CT-Befundlaufzeiten von Juli und Dez. 2008; nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst



Aus dem folgenden Pareto Chart ist ersichtlich, dass nach wie vor sowohl im Bereitschaftsdienst als auch in der Regeldienstzeit Langläufer entstehen. Die Anzahl der Langläufer (S-V2-Zeit >24 Std.) wurde insgesamt um 1,3% gesenkt, beträgt jedoch immer noch 9 in den Bereitschaftsdiensten und 23 in den Regeldienstzeiten und betrifft damit noch 2,8 % aller durchgeführten CT-Untersuchungen.

65% der Langläufer in der Regeldienstzeit sind durch verzögerte Vidierung (Facharzt-ebene), 30% durch verlängerte Befunderfassung (Assistenzarztebene) verursacht. In den Bereitschaftsdiensten sind 77,7% der Langläufer durch verzögerte Vidierung und 22,3% durch verlängerte Befunderfassung verursacht.

Abbildung 17: Auswertung der CT-Langläufer im Dez. 2008 nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst

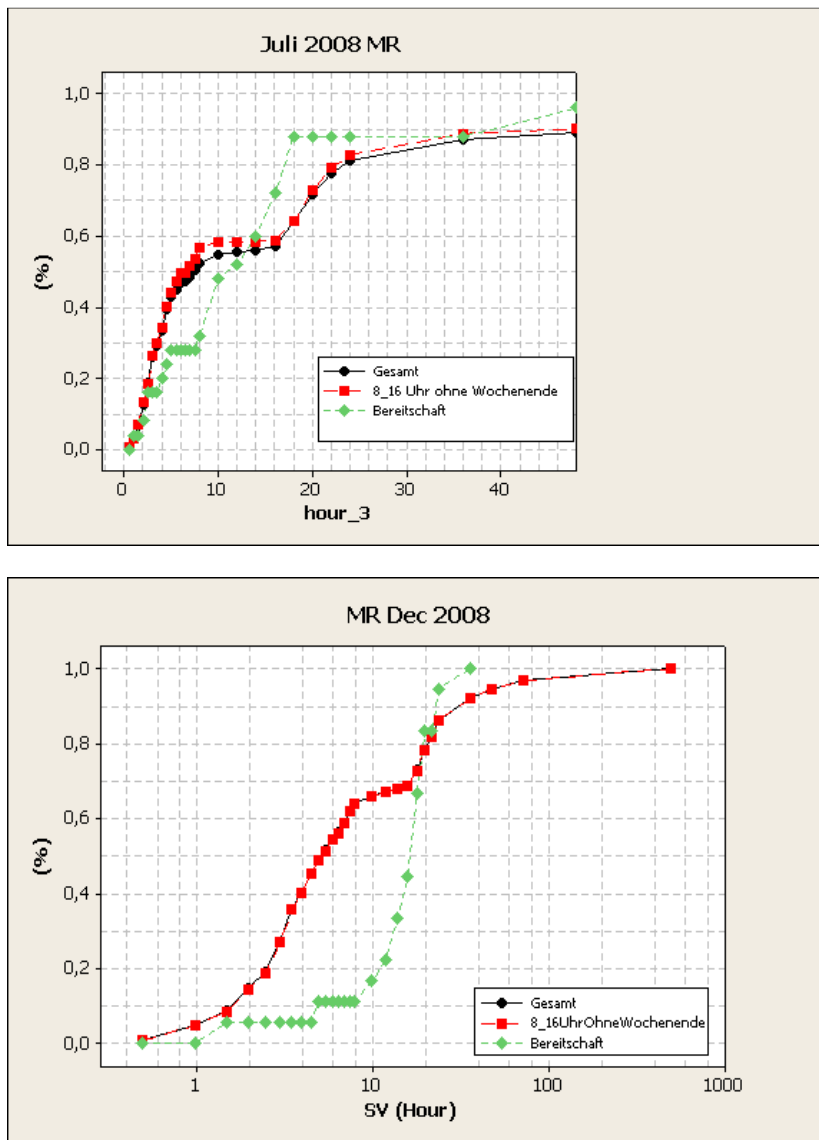


## Magnetresonanztomografie

In der Regeldienstzeit angefertigte Aufnahmen werden nun zu 64% innerhalb von 8 Stunden fertiggestellt, im Juli waren es 56%. 41% sind innerhalb von 4 Stunden vidiert, im Juli nur 34%. Das entspricht einer Verbesserung von 8% bzw. 7% im Vergleich zu den Julidaten.

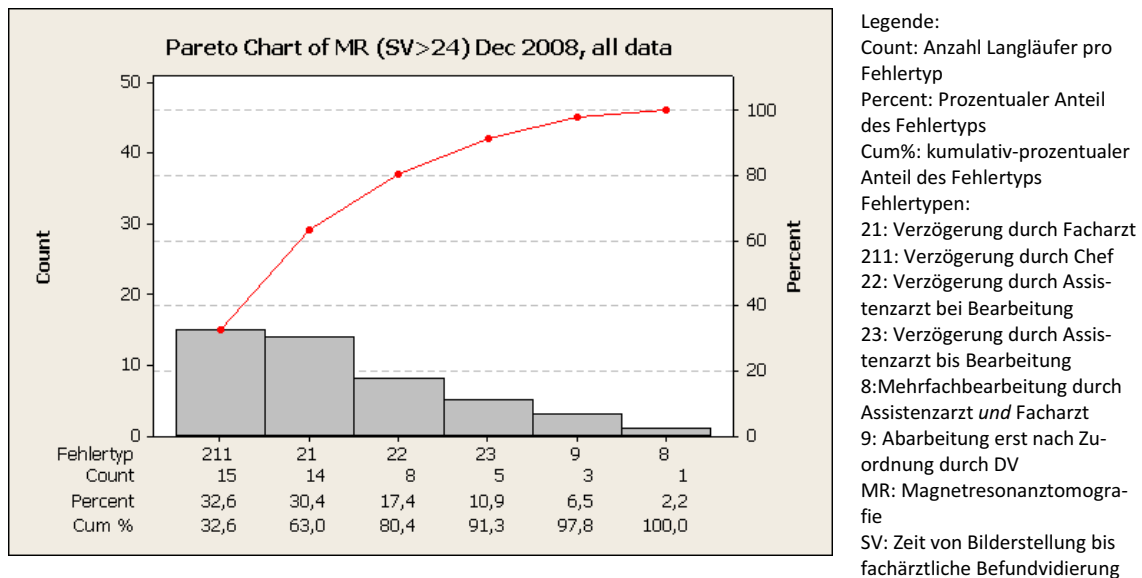
11,5% aller Befunde sind Langläufer > 24 Stunden. Diese Langläufer erstrecken sich bis zu einem Zeitraum von 450 Stunden (18,7 Tage). Die längsten Befundlaufzeiten im Juli 2008 betrugen 200 Stunden, im Juni 2008 noch 600 Stunden.

Abbildung 18: Vergleich der MR-Befundlaufzeiten von Juli und Dez. 2008; nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst



100% der Langläufer entstehen in der Regeldienstzeit, 63% sind durch verzögerte Vidierung (Facharztebene), 28% durch verlängerte Befunderfassung (Assistenzarztebene) verursacht (siehe Pareto Chart). Die Anzahl der Langläufer wurde insgesamt um 3,7% gesenkt, beträgt jedoch immer noch 46 und betrifft damit noch 11,5% aller durchgeführten MRT-Untersuchungen.

Abbildung 19: Auswertung der MR-Langläufer im Dez. 2008; keine Langläufer im Bereitschaftsdienst

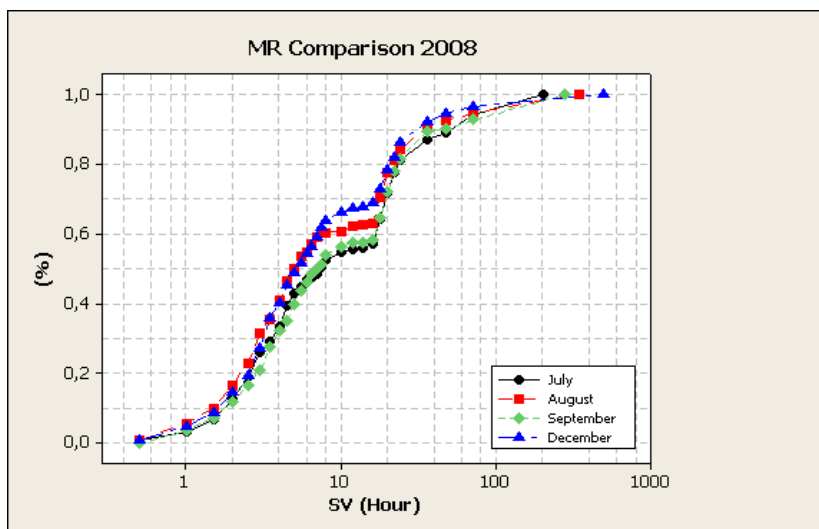
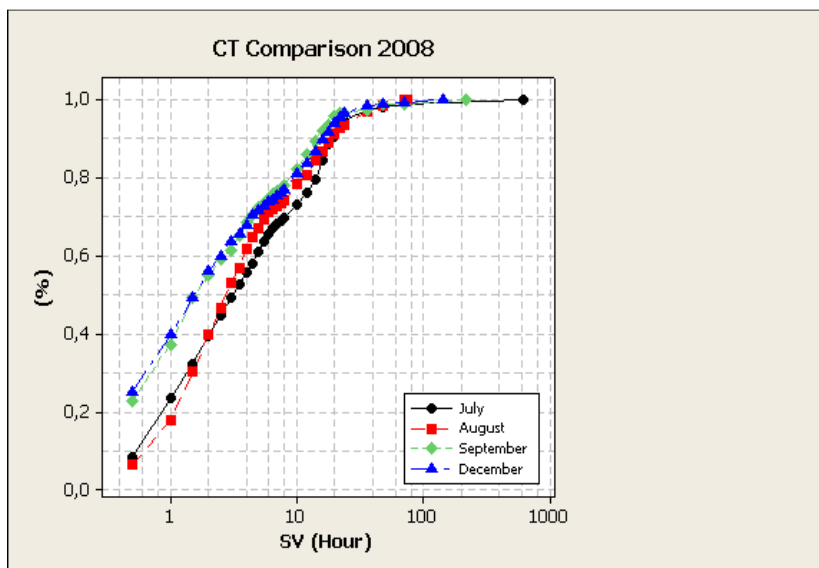
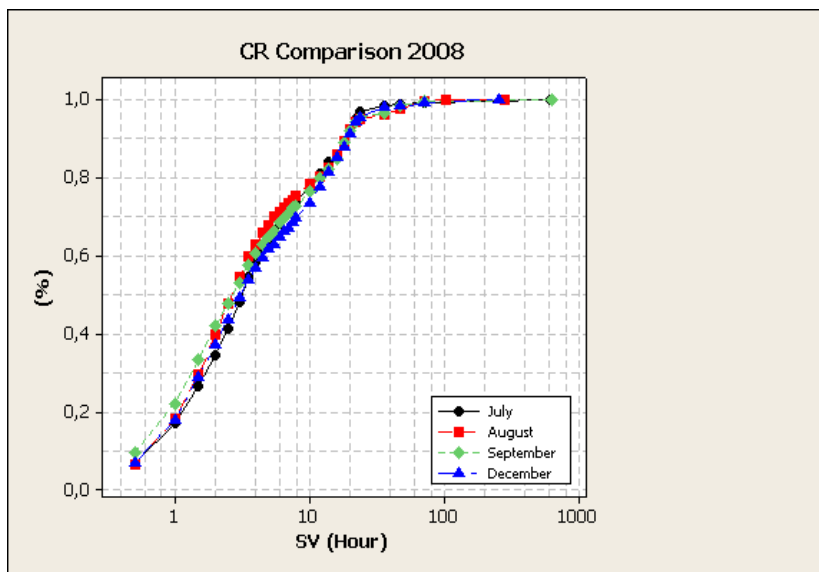


Eine Differenzierung nach Bereitschaftsdienst und Regeldienst entfällt, da im Bereitschaftsdienst keine Langläufer mit einer SV >24 h angefallen sind.

### 3.5. Gesamtergebnis

Die Verbesserung des Prozesses wurde nach der Six Sigma-Methode aufgesetzt und konsequent nach dem Prinzip des *DMAIC-Cycle* durchgeführt. Durch die erhöhte Prozesstransparenz und die umgesetzten erarbeiteten Änderungen konnten wir alle betrachteten Merkmale des Befundungsprozesses verbessern. Die grafische Auswertung der Befundlaufzeiten zwischen Untersuchung und fachärztlicher Vidierung (S-V2-Zeit) der betrachteten Modalitäten über die Monate Juli bis Dezember 2008 (s. folgende Abbildung) zeigt besonders an den Großgeräten CT und MRT eine kontinuierliche Verbesserung unserer Leistung. Das bedeutet, dass im Dezember (blaue Dreiecke) nach jedem Zeitintervall prozentual mehr Befunde fertiggestellt wurden als im Juli (schwarze Punkte).

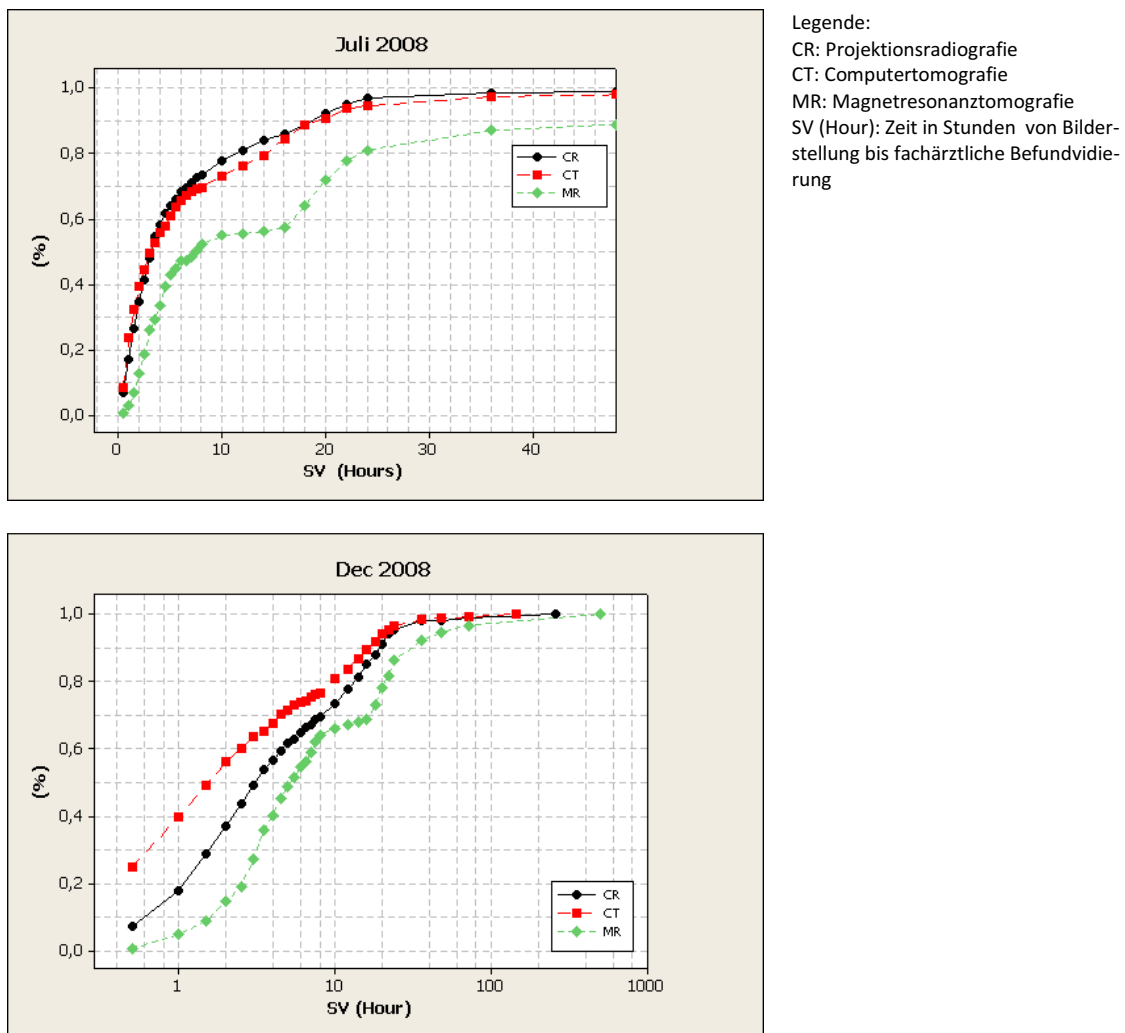
Abbildung 20: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MRT im Verlauf von Juli bis Dez. 2008



Je nach Zeitintervall (4h ,8h, 24h) und betrachteter Modalität (CR, CT, MR) lagen die Verbesserungen zwischen 3% und 20%.

Die Anzahl der Langläufer >24 h konnte zwar bei den Kernspinuntersuchungen um 3,6% gesenkt werden, im Ganzen jedoch nur um 0,4%. Das Ziel, die Langläufer zu eliminieren, konnte nicht erreicht werden. Sowohl im Regeldienst als auch im Bereitschaftsdienst entstehen weiterhin Langläufer, 37% auf Grund verlängerter Befunderfassung, 57% auf Grund verzögerter Vidierung. Die Anzahl der nicht prozesskonformen Langläufer konnte im Verlauf des Projektes sowie nach dem Roll-Out von ca. 40% auf 6% gesenkt werden. Insgesamt bleiben bei Projektabschluss weiterhin 3,9% Langläufer >24h bestehen. Das entspricht im Sinne von Six Sigma 39.000 Fehlern pro 1 Million Fehlermöglichkeiten und damit einem Sigma-Niveau von 3-4.

**Abbildung 21: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MR; Juli und Dez. 2008**





## 4. Diskussion

### 4.1 Diskussion der Ergebnisse

Es bleibt festzuhalten, dass wir punktuell deutliche Verbesserungen in unserem Befundungsprozess <24h erreichen konnten, eine Reduktion der Langläufer gelang uns im betrachteten Zeitraum von Juli bis Dezember 2008 nicht. Das Projekt ging jedoch Anfang 2008 mit einer Langläuferquote von 12% in die Planung. Die ersten Messungen, isoliert für die Modalitäten CR, CT und MRT, ergaben 9,2% LL. Das entspricht im Sinne von Six Sigma 92.000 Fehlern pro 1 Million Fehlermöglichkeiten und damit einem Sigma-Niveau von 2-3. Die Ausgangszahlen für das Prozessmonitoring aus dem Monat Juli 2008 wiesen also mit 4,3% schon eine Reduktion der Langläufer um 60% auf. Es gab zwar im August 2008 einen definierten Roll-Out-Termin für die Umsetzung der Prozessänderungen, die in das Projekt involvierten Personen setzten die erarbeiteten Änderungen jedoch teilweise schon unmittelbar nach der Detektion um. Das führte zu einer weitgehenden Eliminierung der nicht prozesskonformen Langläufer schon vor dem Roll-Out. Die verbleibenden Langläufer sind zu 94% prozesskonforme Langläufer. Zwei Drittel dieser Langläufer sind dem Vidierungsverhalten auf Facharzzebene geschuldet. Ein Drittel entsteht auf Assistenzarzzebene, wobei nicht differenziert werden kann, ob hier die tatsächliche Bearbeitungszeit erfasst wird, oder ob auf eine Besprechung mit einem Facharzt gewartet wird und der Befund in dieser Zeit beim Assistenzarzt verbleibt.

Nach wie vor steht aber die Frage nach der klinischen Relevanz, jeweils entschieden im Einzelfall, vor der Optimierung der Prozesse: Ist ein Befund in einer klinischen Konferenz den behandelnden Ärzten mitgeteilt worden, wird die Befunderstellung und –vidierung als *schriftliche Dokumentation des Bekannten* gesehen. Auf Grund der stattgefundenen Kommunikation führen diese nicht innerhalb der 24 Stunden schriftlich dokumentierten Befunde in der Regel auch nicht zu einer Therapieverzögerung. Sie werden zu Gunsten unbearbeiteter Befunde hinten angestellt.

Viele der orthopädischen und unfallchirurgischen Kollegen sind im Besitz einer Teilgebietsfachkunde im Strahlenschutz. Daher wurde die strikte Diktion „Bild nur mit vidiertem Befund“ für diese Kliniken gelockert. Über definierte Workstations, die ähnlich denen in der radiologischen Abteilung über Befundungsqualität verfügen, haben diese

Kollegen die Möglichkeit, unmittelbar nach Erstellung auf die von ihnen angeforderten projektionsradiografischen Bilder zuzugreifen. Die strikte Einhaltung der 24-Stunden-Grenze für prozesskonforme Befunde wird hier also durch den fehlenden „Kundenwunsch“ in Frage gestellt. Es handelt sich bei dieser Grenze um eine Vorgabe auf Grund Empfehlungen anderer Zentren (Boland, 2008; Linke, 2008b), die von unseren Zuweisern in der Regel nicht qualitätskritisch gesehen wird.

Soll diese 24-Stunden-Grenze in Zukunft Bestand haben, sollte als erster Ansatzpunkt das Vidierungsverhalten auf Facharztebene angegangen werden. Verschiedene Punkte sollten erörtert werden:

1. Unmittelbares Vidieren eines Befundes nach Demonstration in klinischen Konferenzen.
2. Schaffung von definierten Vidierungszeiten vor Dienstschluss und zu Dienstbeginn.
3. Verantwortlichkeit des Facharztes für alle Befunde der von ihm betreuten Arbeitsplätze.
4. Gemeinsames Abarbeiten der arbeitstäglichen Befunde mit dem Assistenzarzt.
5. Ggf. Übernahme einiger Befunde bei hohem Aufkommen oder bei Assistenzärzten in Einarbeitungszeit.
6. Klare Vertreterregelung für die Vidierung bei Wahlleistungspatienten.
7. Klare Regelungen für Wochenenddienste (Ggf. Leerung der Vidierungslisten durch den Hintergrund-Facharzt).
8. Klare Vertreterregelungen bei Einsatz der Fachärzte für Forschung und Lehre.

Eine Abwägung zwischen klinischer und wirtschaftlicher Relevanz sowie organisatorischem und wirtschaftlichem Aufwand (z.B. Überstunden) muss erfolgen!

## **4.2 Die Umsetzung der 10 Hauptproblemlösungen**

Nach dem Roll-Out am 01.08.2008 kam es im Bereich der Voraufnahmen und des Quittierungsverhaltens (Punkte 1. und 2.) zu keinen nennenswerten Problemen mehr.

Ebenso erfolgreich verlief die Einarbeitung der technischen Assistenten in der Pflege der PACS-Datenbank und das Prüfen der Verknüpfungen zwischen Bildern und Befundformular (Punkt 6.) sowie der Umgang mit dem Zusatzthema „fertig, kein Befund“; alle Serviceleistungen werden nun quittiert und vidiert.

Die Langläufer durch Fehlquittierung (Punkt 4) sind schon vor dem Roll-Out drastisch gesenkt worden, trotzdem finden sich in Stichproben nahezu immer ein oder zwei Befunde, in deren Datenerfassung entweder kein Arzt oder der falsche Arzt eingetragen ist. Werden diese Befunde dann entdeckt und seitens der DV den Assistenzärzten zugeordnet, erfolgt die Zuordnung zu dem Assistenzarzt, der ihn hätte schreiben sollen. Dabei wird nicht beachtet, ob dieser Arzt im Haus ist oder nicht. Die Zuordnung zu dem Assistenzarzt, der aktuell für diesen Befund verantwortlich wäre und der ihn umgehend abarbeiten könnte, unterbleibt. Eine erneute Instruktion der Assistenzärzte und der DV ist hier notwendig!

Die Befundungslisten der Assistenzärzte (Punkt 5.) sind bis auf wenige Ausnahmen zum Dienstschluss geleert. Diese Ausnahmen betreffen komplexe Fälle, die einer umfassenderen Recherche oder der Rücksprache mit den klinischen Kollegen außerhalb der interdisziplinären Konferenzen bedürfen.

Die Vorbereitung der klinischen Konferenzen (Punkt 7.) erfolgt weiterhin weitgehend durch die Assistenzärzte. Das liegt vor allem an der personellen Situation im Bereich des Servicepersonals, da nach Schließung des Print-Archivs eine Servicestelle nicht wieder besetzt wurde. Ein zweiter Computerarbeitsplatz zum Einlesen der Fremdaufnahmen wurde bisher nicht eingerichtet.

Nach wie vor gibt es Absprache Probleme zwischen Patiententransportdienst und radiologischer Abteilung, was weiterhin an einigen Arbeitsplätzen zu Leerlauf am Morgen, zu vollen Arbeitslisten der Ärzte am Nachmittag und damit potentiell zu einer Verlängerung der RTAT führt (Punkt 3.). Anfänglich stattfindende Konferenzen wurden nicht regelmäßig fortgeführt, erarbeitete Lösungsansätze nicht konsequent umgesetzt. Gründe hierfür sind zum einen die personelle Situation des Transportdienstes, andererseits die Intransparenz dieser Lösungsansätze für die Mitarbeiter der *Klinik für Strahlendiagnostik*. Des Weiteren befindet sich der Transportdienst derzeit in der Aufbau phase: Nach den Stationen der *Klinik für Innere Medizin* werden nun auch die chi-

rurgischen Fächer an den Transportdienst angeschlossen. Nach Integration aller relevanten Abteilungen sollte ein erneuter Versuch unternommen werden, definitive Lösungen zu finden.

Die Übernahme des „Notfallpiepers“ durch einen Facharzt (Punkt 8.) erfolgte für ca. drei Wochen. Danach wurde der Pieper erst während klinischer Konferenzen, danach wieder dauerhaft bei dem CT-Assistenzarzt deponiert. Die Einrichtung eines erfahrenen Assistenzarztes als „Springer“ erfolgte auf Grund der personellen Situation nur unvollständig. Die Pieperübernahme durch den Springer erfolgte nur in Ausnahmen. Ein Arbeitsplatz für einen potentiellen Springer wurde im alten Print-Archiv eingerichtet.

Nach wie vor wird die Indikationsprüfung für die Modalitäten CT und MRT nicht konsequent betrieben. Eine eindeutige Festlegung der Protokolle erfolgt weiterhin nicht in allen Fällen, sodass die Unterbrechungen des Befundungsprozesses durch Protokollnachfragen (Punkt 9.) anhalten. Die eingeschränkte Indikationsprüfung ist ebenso wie das Vidierungsverhalten auf Ebene der Fachärzte angesiedelt und am ehesten mit der personellen Situation sowie dem zeitintensiven Einsatz einiger Fachärzte für Forschung und Lehre zu erklären.

Im November 2008 erst wurde der „Nadelführerschein für technische Assistenten“ (Punkt 10.) umgesetzt. Nach kurzer Zeit schon wurde an den Großgeräten CT und MRT das Legen venöser Zugänge weitgehend von den technischen Assistenten durchgeführt, was zu einer deutlichen Entzerrung der Arbeitsabläufe sowohl der technischen Assistenz wie auch der Assistenzärzte führte. In schwierigen Fällen wird selbstverständlich der venöse Zugang weiterhin ärztlicherseits gelegt. Mit zunehmender Routine der technischen Assistenten reduziert sich diese Tätigkeit jedoch derzeit schon auf ca. 1 x pro Tag, was einer Reduktion von 83% entspricht.

#### **4.3 Six Sigma als Managementphilosophie – auch im Gesundheitswesen**

Der grundlegende Wandel der Rahmenbedingungen im Gesundheitswesen zwingt die wirtschaftlich und medizinisch Verantwortlichen, konsequent nach neuen Lösungskonzepten zu suchen, um wirtschaftlich zu bestehen und dabei weiterhin eine gleichblei-

bende Qualität in der Patientenversorgung zu gewährleisten. Die Optimierung über Personalabbau und Bildung von „Einkaufsgemeinschaften“ zur Kostenreduktion ist weitgehend ausgereizt (Fischlein, 2008b). Auch die Volldigitalisierung der radiologischen Abteilungen ist nahezu abgeschlossen und wird mittlerweile als Standard vorausgesetzt. Der nächste Schritt ist die konsequente Optimierung der Prozesse (Linke, 2008a).

Six Sigma ist ein systematisches Vorgehen zur Prozessverbesserung unter Anwendung analytischer und statistischer Methoden. Seit 1998 wird die Nutzung von Six Sigma zur Fehlerreduktion im Gesundheitswesen diskutiert (Chassin, 1998), in 2007 nutzten bereits über 50 Kliniken in den USA diese Systematik zur Verbesserung ihrer Prozesse. (Trusko, 2007). Im asiatischen Raum wurde Six Sigma bereits 2004 erfolgreich zur statistikbasierten Prozessoptimierung einer radiologischen Abteilung, insbesondere zur Optimierung des PACS eingesetzt. (Kang, 2005).

Das Besondere an Six Sigma im Vergleich zu anderen Prozessverbesserungsmethoden ist der rein zahlenbasierte Ansatz. Es wird davon ausgegangen, dass jeder Prozess als eine mathematische Funktion beschrieben werden kann und dass man jeden Kundenwunsch messbar machen kann. Die Ursprünge von Six Sigma liegen in der Industrie und wurden von Unternehmen wie „Motorola“ und „General Electric“ erstmalig konsequent auf allen Ebenen angewandt (Slater, 1999).

Im Zentrum von Six Sigma stehen primär zwei Begriffe: „Der Kunde“ und „Der Gewinn“. Allerdings bietet die klare Strukturierung der Herangehensweise an Prozesse über den DMAIC-Cycle auch hervorragende Möglichkeiten für einen Einstieg in prozessorientiertes Management. Die stufenweise Ausbildung der Mitarbeiter und die universelle Anwendbarkeit der „Toolbox“ ermöglichen die Durchführung von Six Sigma Projekten in jeder Abteilungs- oder Unternehmensgröße (Magnusson, 2003a). Die weltweite Anerkennung des Systems erleichtert die Akzeptanz auch in wenig prozessoptimierten Bereichen der Wirtschaft wie (derzeit noch) dem Gesundheitswesen. Denn ein Klinikum ist bei allen Unterschieden zwischen „industrieller Fertigung“ und „Patientenversorgung“ in letzter Instanz ein Unternehmen mit einer großen Summe verzahnter Prozesse.

Die rein zahlenbasierte Vorgehensweise von Six Sigma bietet die Möglichkeit einer klaren Projekt- und Erfolgsdokumentation gegenüber den wirtschaftlich Verantwortlichen und ermöglicht so, die Philosophie des „Null-Fehler-Managements“ auch im Gesundheitswesen umzusetzen und wissenschaftlich zu dokumentieren. Ob allerdings das Erreichen des "6-Sigma-Niveaus" als alleiniges Maß für den Erfolg des Projektes herangezogen werden kann oder ob der Fokus eher auf der Restrukturierung eines betrachteten Prozesses liegt, hängt sowohl von der Art des Projektes wie auch von der Möglichkeit einer präzisen Kundendefinition und der Stellung des Projektes im Gesamtprozess ab. Das Projekt zur Reduktion der Befundlaufzeiten weist mit einer Verbesserung des Prozessergebnisses von knapp unter 3 Sigma auf knapp über 3 Sigma keine nennenswerte Verbesserung im Sinne der *Six-Sigma-Philosophie* auf, erarbeitet jedoch entscheidende Prozess-Grundlagen für folgende Projekte.

#### **4.4 Der Kunde und die Qualität**

Am Anfang einer jeden Prozessoptimierung steht ein Problem, das für Wert befunden wird, gelöst zu werden. Ein Problem entsteht im Sinne von Six Sigma dann, wenn ein Kunde mit der erbrachten Leistung unzufrieden ist, wenn also die Qualität eines Prozesses nicht stimmt. Die Anforderung des Kunden gibt den Rahmen vor, in dem das Ergebnis des betrachteten Prozesses liegen muss. Das Abweichen vom Kundenwunsch wird als Fehler betrachtet (Wappis, 2008a).

Das *American College of Radiology* definiert Qualität als das „Ausmaß, in dem die richtige Untersuchung korrekt und rechtzeitig durchgeführt wird und der korrekte Befund schnell dem Zuweiser mitgeteilt wird“ (Hillman, 2004). Im Sinne von Six Sigma kann Qualität umfassend als vollständige Erfüllung aller Kundenanforderungen definiert werden (Kamiske, 2000).

Die Begriffsdefinition „Kunde“ unterliegt einem stetigen Wandel (siehe DIN EN ISO 8402 – 9000:2008). Allgemein versteht man unter einem Kunden eine Person oder ein Unternehmen, der oder das eine Leistung nachfragt, erhält und bezahlt (Düssel, 2006). Im deutschen Gesundheitswesen ist jedoch die Person, die eine Leistung nachfragt, nicht die Person, die die Leistung empfängt, und auch nicht die Person, die die Leistung bezahlt. Z.B. gibt ein Chirurg die Leistung „Röntgenbild“ in Auftrag, der Patient emp-

fängt und die Krankenkasse bezahlt sie. Die exakte Definition des Kunden und seiner Anforderungen ist also für die Anwendung von Six Sigma elementar notwendig, eine Definition, die in unserem Gesundheitssystem nicht ohne Probleme ist, da Patienten, Ärzte und Kostenträger häufig sehr unterschiedliche Anforderungen an ein und denselben Prozess haben.

In der Six Sigma-Systematik erfolgt die präzise Definition des Kunden in der Define Phase und bezieht sich ausschließlich auf den zu betrachtenden Teilprozess. Vor dem Hintergrund eines optimierten klinikinternen Workflows definierten wir als Endkunden den zuweisenden ärztlichen Kollegen (Linke, 2008b), also den Arzt, der zur Erstellung einer Gesamtdiagnose auf unsere bildgebende Diagnostik zurückgreift. Dieser fordert die Leistung an und erhält sie auch. Diese Leistung wird nicht unmittelbar vergütet, sondern über eine interne Budgetierung verrechnet. Dadurch sind die Kosten der Leistung auch dem Zuweiser bekannt.

#### **4.5 Der Gewinn**

Der Grund, aus dem im Regelfall bei Six Sigma-Projekten auf den Kunden so viel Wert gelegt wird, ist die zu erwartende Gewinnmaximierung durch die erhöhte Kundenzufriedenheit. Die „Reduktion der Befundlaufzeiten“ ist jedoch nicht als Gesamtprojekt mit hoher Gewinnerwartung angelegt, sondern dient als erstes Teilprojekt, zur Verkürzung der Total Turn-around Time, vor allem der partiellen Reorganisation der Abteilung und der Verschlankung der Arbeitsprozesse. Ein profundes Verständnis der abteilungsinternen Prozesse sowie das Verständnis der Mitarbeiter für die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Prozessoptimierung sind unabdingbare Voraussetzung für folgende Projekte. Mit den geplanten Folgeprojekten z. B. zur Reduktion der Wartezeiten durch die Vergabe von Untersuchungsterminen „Just-in-time“ soll das potentielle „Nadelöhr Radiologie“ vollständig beseitigt werden und ein wesentlicher Beitrag zur Optimierung der Patientenverweildauer geleistet werden. Die Verweildauer trägt als elementarer Bestandteil der DRG-Vergütung wesentlich zur Finanzierung des Klinikums bei.

## 4.6 Das Projekt

Ein „Projekt“ ist nach DIN 69901 (DIN, 2009) definiert als „ein Vorhaben, bei dem innerhalb einer definierten Zeitspanne ein definiertes Ziel erreicht werden soll, und das sich dadurch auszeichnet, dass es im Wesentlichen ein einmaliges Vorhaben ist“. Zur Definition des Ziels gehört auch die Kalkulation des Kostenrahmens. Typischerweise sind Projekte durch Interdisziplinarität und Neuartigkeit gekennzeichnet.

### Projekttypen

Projekt ist nicht gleich Projekt. Fischlein und Pfänder unterscheiden vier verschiedene Projekttypen: Standardprojekt, Akzeptanzprojekt, Pionierprojekt und Potentialprojekt. Die Unterscheidung erfolgt hier nach den Kriterien „Komplexität der Projektumwelt“ und „Komplexität des Projekteinhalts“ (Fischlein, 2008a):

„Standardprojekte“ sind Routineprojekte, die so oder so ähnlich schon mehrfach im Unternehmen oder in ähnlich strukturierten Unternehmen durchgeführt wurden. Die Vorgehensweise ist bekannt und stark formalisiert.

„Akzeptanzprojekte“ sind zwar an sich auch standardisiert, allerdings erfolgt die Umsetzung in einem schwierigen sozialen Umfeld. Der hohe mentale Widerstand gegen die Aufgabe liebgewonnener Gewohnheiten ist das Hauptproblem dieses Projekttyps.

Mit „Pionierprojekten“ betritt man inhaltlich wie sozial völliges Neuland. Die Belegschaft wird erstmalig strukturiert mit den Begriffen *Prozess*, *Projekt* und *Projektmanagement* konfrontiert und erlebt, dass Projekte Zeit und Ressourcen kosten, im Endeffekt aber die Arbeitsbedingungen verbessern. Diese Projekte sind stark prozessorientiert und müssen durch ein gutes unternehmensinternes Marketing begleitet werden. Sie markieren häufig den Startpunkt von Projektarbeit und prozeduralem Denken im Unternehmen.

„Potentialprojekte“ sind im Gegensatz zu den anderen drei Typen eher als Vorprojekte einzustufen. Das Ausloten von Möglichkeiten z.B. zur Erschließung neuer Märkte oder das Durchführen von Machbarkeitsstudien stehen hier im Mittelpunkt. Ebenso das Schaffen von Projektgrundlagen wie z.B. das Zusammenschweißen eines sehr inhomogenen Teams.



### **Projekt „Reduktion der Befundlaufzeiten“**

Das Projekt zur Verkürzung der radiologischen Befundlaufzeiten wäre im Sinne der Problemstellung an sich ein Standardprojekt. Die initiale Konfrontation der Belegschaft mit den Themen „Projekt“ und „Prozessmanagement“ gibt dem Ganzen jedoch den Charakter eines Pionierprojektes. Unser Fokus lag daher hauptsächlich darauf, den Grundstein für eine abteilungsinterne Projektkultur zu legen. Neben dem nominalen Ziel, die Befundlaufzeiten zu optimieren, legten wir Wert darauf, dass die Mitarbeiter ein Verständnis für die Notwendigkeit und Effektivität von Projektarbeit entwickelten. Durch die im Laufe des Projektes geschaffene Transparenz des verschlankten Befundungsprozesses und das Einbeziehen aller Mitarbeitergruppen in die Prozessoptimierung wandelt sich derzeit die arbeitsplatzbezogene Sicht der Mitarbeiter mehr und mehr in eine abteilungsbezogene Sicht. Sicherlich ist dieser Prozess nicht abgeschlossen. Und sicher reicht es auf lange Sicht nicht aus, einzelne Prozesse einzelner Abteilungen zu optimieren. Das Interesse einiger Mitarbeiter, ihr Know-how aus dem Tagesgeschäft organisatorisch in den Dienst der Abteilung zu stellen und an der Verbesserung der Prozesse mitzuwirken, zeigt jedoch den integrativen Erfolg des Projekts und lässt für den Enthusiasmus, mit dem zukünftige Projekte angegangen werden können, hoffen. Ein weiterer Schritt zur abteilungsweiten Implementierung von Six Sigma ist bereits durch die Inhouse-Schulung von acht Mitarbeitern zum „White Belt“ erfolgt. Das zweite Projekt zur „Just-In-Time“-Terminvergabe befindet sich derzeit in der Definierte Phase.

### **Der Zeitplan des Projektes**

Um im Rahmen der anstehenden Volldigitalisierung den rechtlichen Anforderungen der Röntgenverordnung zu entsprechen, insbesondere dem Grundsatz „Kein Bild ohne Befund“ (Trittin, 2003), wurde zu Beginn des Jahres 2008 die Idee zur Optimierung der radiologischen Prozesse mittels Six Sigma von dem Direktor der Klinik für Strahlendiagnostik an die Belegschaft herangetragen. Es wurde entschieden, einen ärztlichen Mitarbeiter zum „Green Belt“ auszubilden und schnellst möglich in die Prozessoptimierung einzusteigen. Die Ausbildung zum Green Belt erfolgte in 3 Blöcken à 3 Tage im April, Mai und Juni 2008 und beinhaltete neben der theoretischen Ausbildung die praktische Umsetzung in einem erfolgreich durchgeführten Projekt. Der Zeitplan des Pro-

jekt es orientierte sich nun sowohl an den Ausbildungsblöcken wie auch an den verfügbaren Personalressourcen der Abteilung. So wurden Herr Wecker zur Durchführung des Projektes für vier Wochen von der klinischen Routine frei gestellt und die Expertentage nach der Verfügbarkeit der entsprechenden Personen geplant. Der Abschluss der einzelnen Projektphasen, die Information der Belegschaft und der Roll-Out des verbesserten Projektes wurden mit dem engen Terminkalender des Direktors abgestimmt. Hierdurch ergab sich der 01.08.2008 als Roll-Out-Termin und der Juli 2008 als Zeitraum für die Erhebung der Vergleichsdaten vor Umsetzung der Änderungen. Auf Grund der bekannten monatlichen Untersuchungszahlen seit 2001 und auf Grund der Urlaubsregelung der Abteilung konnte hier trotz Ferienzeit von einer konstanten Leistung der Abteilung ausgegangen werden.

#### **4.7 Die Statistik**

Im Rahmen des hier beschriebenen Projektes wurden die Daten lediglich mittels explorativer Datenanalyse und deskriptiver Statistik ausgewertet, meist über Paretoanalysen. Die grafische Umsetzung erfolgte über Pareto- und Liniendiagramme. Auf weiterführende statistische Auswertungen wurde verzichtet.

„Six Sigma ist ein statistisches Qualitätsziel und zugleich eine Methode des Qualitätsmanagements“. So der einleitende Satz der freien Enzyklopädie *Wikipedia* zum Begriff „Six Sigma“.

Die *Methode Six Sigma* bedient sich aus mehreren Gründen eines stark zahlen- und datenbasierten Ansatzes: Zum einen zur präzisen Beschreibung der IST-Situation, also zur Problemquantifizierung. In der Define-Phase werden die Kenngrößen definiert und messbar gemacht, in der Measure-Phase werden diese dann gemessen und in der Controle-Phase überwacht (Wappis, 2008a). Zentrale Punkte neben der präzisen Quantifizierung des Prozesses sind die Definition von Stichprobengrößen sowie die Entscheidung, ob diese repräsentativ für den betrachteten Prozess sind (Toutenburg, 2007a). Wenn hierfür statistische Methoden notwendig sind, müssen diese eingesetzt werden. Bei unseren Daten konnten wir auf diese Hilfsmittel verzichten, da wir über die elektronische Auswertung der Daten unmittelbar auf die Grundgesamtheit und

damit auf absolute Anzahlen zugreifen konnten. Punkt- und Intervallschätzungen wurden somit im Sinne des Projektes überflüssig.

Zum anderen setzt die *Methode Six Sigma* Statistik zur Analyse von Zusammenhängen und zur Beurteilung von Wechselwirkungen einzelner Einflussfaktoren in der Analyse- und Improve-Phase ein. Auch die Entscheidung, welche der erarbeiteten Lösungsstrategien eine signifikante Verbesserung gegenüber dem ursprünglichen Prozess aufweist und ob es überhaupt eine Verbesserung gibt, wird statistisch getroffen. Hierfür müssen Hypothesen erstellt und statistisch auf Signifikanz geprüft werden (Toutenburg, 2007b), allerdings nur dann, wenn solche Entscheidungen auch getroffen werden müssen.

Das *statistische Qualitätsziel Six Sigma* besagt, dass nur 3,4 von 1.000.000 Ergebnissen außerhalb der Toleranzgrenzen liegen dürfen, dass sich also alle übrigen Ergebnisse innerhalb von  $\pm 6$  Standardabweichungen ( $6\sigma$ ) um den Mittelwert bewegen müssen (Wappis, 2008i). Das bedingt zu allererst das Vorhandensein einer Zielgröße und der Toleranzgrenzen, die in der Define-Phase als Kundenwunsch ermittelt werden müssen (Wappis, 2008d). Weder eine präzise Zielgröße noch eindeutige Toleranzgrenzen konnten von unseren Zuweisern (Kunden) ermittelt werden, da das Projekt als „abteilungsintern“ angelegt war und eine Schulung der zuweisenden Kollegen den Rahmen des Projektes gesprengt hätte. Als Arbeitsgrundlage nahmen wir daher die Zielgröße „<24h“ an, basierend auf internationalen Vergleichszahlen [z.B (Boland, 2006; Boland, 2008; Cavagna, 2003; Seltzer, 1994)], bestätigt durch Gespräche mit interessierten Kollegen der zuweisenden Abteilungen. Bereits in dieser Phase des Projektes wurde also klar, dass unser Hauptaugenmerk nicht das *Statistische Qualitätsziel* sondern ausschließlich die *Methode* sein konnte. Auf Grund der Fokussierung auf die *Methode* und das Fehlen eines klaren Kundenwunsches wurde auf die theoretische Einrichtung von Toleranzgrenzen verzichtet. Das *statistische Qualitätsziel Six Sigma* verlor dadurch für die Beurteilung unseres Projektes bzw. des zu optimierenden Prozesses an Relevanz.

In welchem Rahmen statistische Methoden in einem Six Sigma- Projekt zum Einsatz kommen, hängt von der gestellten Aufgabe, den eingesetzten Tools und dem zu erreichenden Ziel ab. Six Sigma ist eine auf Gewinnmaximierung ausgelegte Systematik, in der aus einem großen Fundus an Werkzeugen (Six Sigma Toolbox) die Tools flexibel

ausgewählt werden, die zum Erreichen des aktuellen Ziels notwendig sind (John, 2007a). Eine Verschwendung von Zeit- und Personalressourcen zur Erstellung im Sinne des Projektes unnötiger Statistiken würde der Philosophie entgegenstehen. Im Fall des hier beschriebenen Projektes waren weiterführende statistische Verfahren nicht notwendig, um die gewünschten Effekte „Reduktion der Befundlaufzeiten auf <24h“, „Einführung der Belegschaft in die Six Sigma-Methode“, „Profundes Verständnis des radiologischen Befundungsprozesses“ und „Prüfung der Umsetzbarkeit von Six Sigma in einer radiologischen Abteilung“ in einem ausreichenden Maß zu gewährleisten. Sollte eine weiterführende Optimierung der Befundlaufzeiten notwendig werden, muss der DMAIC-Cycle erneut durchlaufen werden (Wappis, 2008c). In diesem Rahmen wird dann erneut entschieden, wie viel Statistik notwendig ist, um die dann gesteckten Ziele zu erreichen.

#### **4.8 Das Team**

Nach Mabey und Caird werden Teams über folgende Hauptkriterien definiert (Mabey, 1999):

1. Ein Team hat sechs bis elf Mitglieder.
2. Die Mitglieder tragen zur Erreichung der Teamziele mit ihren jeweiligen Fähigkeiten und den daraus entstehenden gegenseitigen Abhängigkeiten bei.
3. Das Team hat eine Team-Identität, die sich von den individuellen Identitäten der Mitglieder unterscheidet.
4. Das Team hat Kommunikationspfade sowohl innerhalb des Teams als auch zur Außenwelt entwickelt.
5. Die Struktur des Teams ist aufgaben- und zielorientiert beschrieben.
6. Ein Team überprüft periodisch seine Effektivität

Die Entscheidungsqualität in Gruppen erweist sich dann als tendenziell besser, wenn die Mitglieder verschieden sind und unabhängig voneinander urteilen (Surowiecki, 2007).

Ein Team zur Durchführung eines Six Sigma-Projektes sollte also auf das Projekt „zugeschnitten“ sein. Das Team wird von einem Teamleiter geführt, der die inhaltliche Verantwortung inne hat und über die notwendigen Ressourcen und Kompetenzen zur Durchführung verfügen sollte (Magnusson, 2003b). Zur Klärung von Spezialfragen wer-

den Experten hinzugezogen. Die Hauptaufgabe dieses Teams ist es, Kompetenz bezüglich des zu verbessernden Prozesses aufzubauen und diese Kompetenz nachhaltig im Unternehmen zu verankern. Hierfür ist es erforderlich, den Prozess bis ins letzte Detail zu kennen und zu verstehen sowie die Auswirkungen einer Änderung umfassend zu überblicken.

Unser Wunschteam hätte demnach aus den am Prozess beteiligten Arbeitsgruppen *technische Assistenz*, *Assistenzarzt* und *Facharzt/Oberarzt* sowie einem Mitarbeiter aus der *DV* bestanden. Auf Grund der knappen Personalsituation wurde auf einen Facharzt sowie einen technischen Assistenten verzichtet. Das „Team“ bestand also nur noch aus Assistenzarzt und DV-Mitarbeiter. Der Teamleiter befand sich in der Ausbildung zum „Six Sigma Green Belt“. Das Projekt war sowohl für ihn als auch für die Klinik ein Pilotprojekt.

Das Know-how musste also hauptsächlich über Expertentage sowie Einzelgespräche aufgebaut werden, die aus Zeitmangel teilweise „zwischen Tür und Angel“ durchgeführt wurden. Zudem waren an den zwei Expertentagen einige Experten nicht abkömmlich oder nicht im Haus.

Für zukünftige Projekte sollte neben einem ausreichend großen Team sichergestellt werden, dass ausreichend Zeit für Expertentage und Einzelgespräche zur Verfügung steht. Diese Tage und Zeitspannen sollten langfristig geplant und mit der Personalsituation und dem Dienstplan abgestimmt sein. Wird eine größere Anzahl Mitarbeiter aus einem speziellen Bereich (z. B. MRT) für einen Expertentag benötigt, muss ggf. eine Reduktion der elektiven Untersuchungen an diesem Tag eingeplant und kommuniziert werden. Vertreterregelungen für die beteiligten Personen müssen getroffen werden, sodass die Vollständigkeit der ausgewählten Experten bei erhaltener Notfallversorgung der Patienten über den geplanten Zeitraum gewährleistet werden kann.

#### **4.9 Prozessfähigkeit und Prozessleistung**

Allgemein anerkannte Grundvoraussetzung für die Durchführung einer Prozessfähigkeitsuntersuchung ist die Stabilität des Prozesses. Mit Stabilität ist hier gemeint, dass der Prozess von Tag zu Tag, von Stunde zu Stunde gleich bleibende und vorhersagbare

Ergebnisse liefert. Der Nachweis der Prozessstabilität wird in der produzierenden Wirtschaft durch Führung und Auswertung einer Qualitätsregelkarte erbracht, auf der Stichprobendaten des betrachteten Prozesses dargestellt sind (Dietrich, 1995).

Ist die Prozessstabilität nicht gegeben, so muss der Prozess erst unter Kontrolle gebracht werden („beherrschter Prozess“, „unter statistischer Kontrolle“). Erst wenn der Prozess stabile Ergebnisse liefert, kann mit der Prozessfähigkeitsuntersuchung begonnen werden. Da sich unser Prozess, gemessen an der RTAT, deutlich verbessert hat, aber immer noch unkalkulierbare Ausreißer aufweist, kann der Prozess nach wie vor nicht als stabil angesehen werden. Eine statistische Ermittlung der Prozessleistung ist daher derzeit noch nicht möglich.

#### **4.10 Orbis**

*Orbis* bietet als Krankenhausinformationssystem theoretisch die Möglichkeit, jeden durchgeführten „Klick“ mit zu loggen. Zum Monitoring der radiologischen Prozesse werden uns aus dieser Datenflut bestimmte Daten zur Verfügung gestellt. Im Verlauf der Measure Phase wurde deutlich, dass diese Daten derzeit nicht die nötige Qualität zur präzisen Beschreibung des betrachteten Prozesses aufwiesen.

*Orbis* geht vom theoretisch „sinnvollen“ Weg eines Befundformulars aus: Ein Assistenzarzt öffnet ein Formular aus seiner Befundungsliste (B1), bearbeitet den Befund und sendet ihn in die Vidierungsliste des zuständigen Facharztes (B2). Dieser öffnet das Formular aus seiner Vidierungsliste (V1), verifiziert oder korrigiert den erstellten Befund und vidiert den Befund (V2). Nach dieser theoretischen Einteilung hätte die Hauptfehlerlast der entstehenden Langläufer zu Projektbeginn mit 77,7 in der B2-V1 Zeit und der V1-V2-Zeit und damit in der Verantwortung der Fachärzte gelegen.

#### **Auswertung der Zeitspannen - Theorie und Praxis**

In der Theorie beschreibt die B2-V1-Zeit also die Zeitspanne, die ein Befund nach Fertigstellen durch den Assistenzarzt auf die fachärztliche Weiterbearbeitung wartet. V1-V2 beschreibt theoretisch die Bearbeitungszeit durch den Facharzt. Der Zeitpunkt B2 wird jedoch geloggt, wenn das Formular nach Bearbeitung durch einen Mitarbeiter mit

Arztstatus erstmalig in eine Vidierungsliste gesendet wird, der Zeitpunkt V1 beim erstmaligen Öffnen des Formulars aus einer Vidierungsliste. Arztstatus haben alle Assistenzärzte, alle Fachärzte und einige Mitarbeiter der DV. Aktionen wie „Zwischenspeichern“, „Zeile löschen“ oder „Versenden in eine beliebige Liste eines beliebigen Mitarbeiters“ werden ebenso als „bearbeitet“ gewertet wie das Erstellen des Befunds. Weiterhin wird nicht unterschieden, ob die Vidierungsliste, in die ein bearbeiteter Befund versendet wird, einem technischen Assistenten, einem Mitarbeiter der DV, einem Assistenzarzt oder einem Facharzt zugeordnet ist. Jeder dieser Mitarbeitergruppen ist sowohl eine Befundungsliste als auch eine Vidierungsliste zugeordnet. Allerdings haben nur Mitarbeiter mit Arztstatus Zugriff auf diese Listen. Im Tagesgeschäft ist es gängige Praxis (zumindest der Assistenzärzte), die eigene Vidierungsliste als „Zwischenspeicher“ für Befunde zu nutzen, die zwar bearbeitet wurden aber noch mit dem Facharzt besprochen werden sollen. Es kommt also regelhaft vor, dass die B2-Zeit den Zeitpunkt des „Parkens“ beim Assistenzarzt beschreibt, keinesfalls jedoch den Abschluss der Befunderstellung. Öffnet nun der Assistenzarzt das Formular aus seiner Vidierungsliste, wird automatisch der Zeitpunkt V1 geloggt. Ab dann zählt die V1-V2-Zeit, theoretisch also die Bearbeitungszeit durch den Facharzt, obwohl der Facharzt ggf. noch nicht einmal etwas von diesem Befund weiß.

### **KIS-RIS-PACS effektiv nutzen**

Um Befundlaufzeiten effektiv und präzise datentechnisch zu analysieren und daraus Konsequenzen für die Arbeitsweise abzuleiten, bedarf es eines Systems, in dem die gemessenen Zeitpunkte eindeutig einer Aktion zugeordnet werden können. Entweder muss das Messsystem an den Prozess angepasst werden oder der Prozess an das Messsystem. In jedem Fall muss gewährleistet sein, dass das, was gemessen werden soll, auch gemessen wird und dass es keine unbekannten oder zufälligen „Schlupflöcher“ im System gibt.

Da Assistenz- und Fachärzte sehr verschiedene Arbeitsabläufe sowohl im Regeldienst als auch im Bereitschaftsdienst haben, ist es unumgänglich, eine präzise messtechnische Trennung zwischen diesen beiden Mitarbeitergruppen zu erzielen.

#### 4.11 Benchmark

Der fachärztlich vidiierte radiologische Befund ist nach wie vor das endgültige und ultimative Produkt einer radiologischen Abteilung und vor allem durch die stark wachsende Zahl an Schnittbilduntersuchungen zunehmend primär therapieentscheidend. Um dem Trend hin zu immer kürzerer Patientenverweildauer (und dadurch bedingt zu immer schnelleren Therapieentscheidungen) folgen zu können, fordern sowohl zuweisende Ärzte als auch die Klinikkonzerne eine Verkürzung der radiologischen Befundlaufzeit (Boland, 2006).

Die Datenlage bezüglich der geforderten Maximalzeiten ist noch gering. Eine internationale Standardisierung gibt es derzeit noch nicht. Das radiologische Institut des Universitätsklinikums München Großhadern berichtete 2006 im Rahmen der Einführung eines elektronischen Spracherkennungssystems über deutliche Reduktionen der Befundlaufzeiten (Trumm, 2006). Dort wurden nach Einsatz der Spracherkennung 28% aller Befunde (CR, CT, MR und Angio/DSA) innerhalb der ersten 12 Stunden nach Erstellung der Bilder vidiiert. Ferner wird ein Peak in den ersten 2 Stunden nach Bilderstellung beschrieben sowie in kurzfristige (< 24 h) und mittelfristige (> 24 h) Befundlaufzeiten unterteilt.

Seltzer et al. konnten durch den Einsatz des *Total Quality Managements* in der Radiologischen Abteilung der „Harvard Medical School“ in 2004 für den Bereich Sonografie und in 2007 für die gesamte Abteilung die Befundlaufzeiten deutlich senken. 2004 wurde noch von Befundlaufzeiten von über 80 Stunden berichtet, 2007 wurde das Ziel bereits auf 48 Stunden von Bilderstellung bis Befundvidiierung gesenkt (Seltzer, 1997; Seltzer, 1994).

Cavagna et al. setzen 2003 Six Sigma zur Analyse und Optimierung der Befundlaufzeiten ein. Die von den Zuweisern gestellte Forderung von maximal 36h für stationäre Patienten und 72h für ambulante Patienten konnten sie nur zu 38% erfüllen. (Cavagna, 2003)

Boland nennt 2008 maximale Befundlaufzeiten, die sich mit den derzeitigen Erwartungen in unserem Haus decken: Notfallbefunde in einer Stunde, dringende Befunde in vier Stunden, die übrigen Befunde arbeitstäglich (< 8 Stunden), spätestens jedoch nach 24 Stunden (Boland, 2008).



Alle Autoren sind sich einig, dass die Voraussetzung zu solch drastischen Reduktionen der Befundlaufzeiten eine volle Digitalisierung der radiologischen Zentren ist, die neben kombinierten KIS-RIS-PACS-Workstations auch über eine integrierte Spracherkennungssoftware verfügen (Lepanto, 2006).

Auch wenn nach der Optimierung die umgesetzten Befundlaufzeiten im Sinne von Six Sigma lediglich einem 3-4-Sigma-Niveau entsprechen, gehört die *Klinik für Strahlendiagnostik* der Universität Marburg sicherlich zu den performantesten radiologischen Abteilungen an Lehrkrankenhäusern. 96,1% aller vidierter Befunde weisen Befundlaufzeiten <24h auf. Hierbei wird weder unterschieden, ob die Befunde aus dem Regeldienst oder dem Bereitschaftsdienst stammen, noch wird zwischen ambulanten und stationären oder elektiven und notfalligen Patienten unterschieden. Durch weitere Prozessoptimierung und konsequente Umsetzung erarbeiteter Lösungen sollte es möglich sein, den Großteil der Befunde sogar arbeitstäglich (< 8 h) fachärztlich zu vidieren.

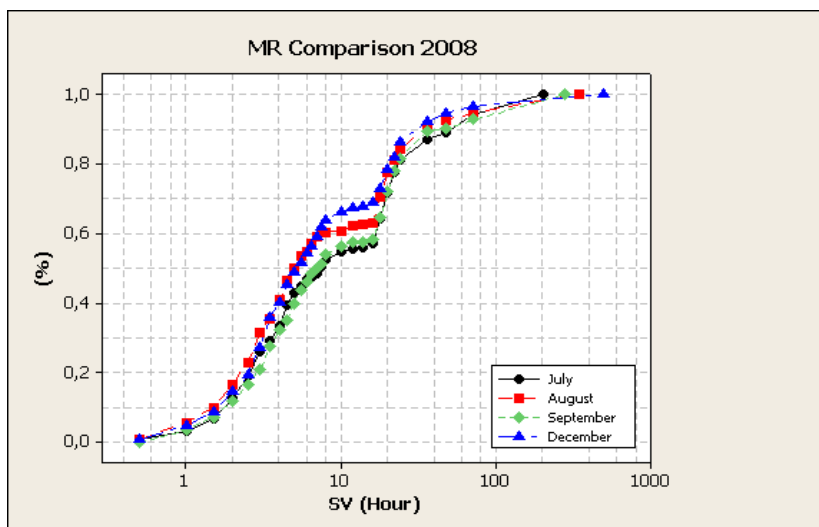
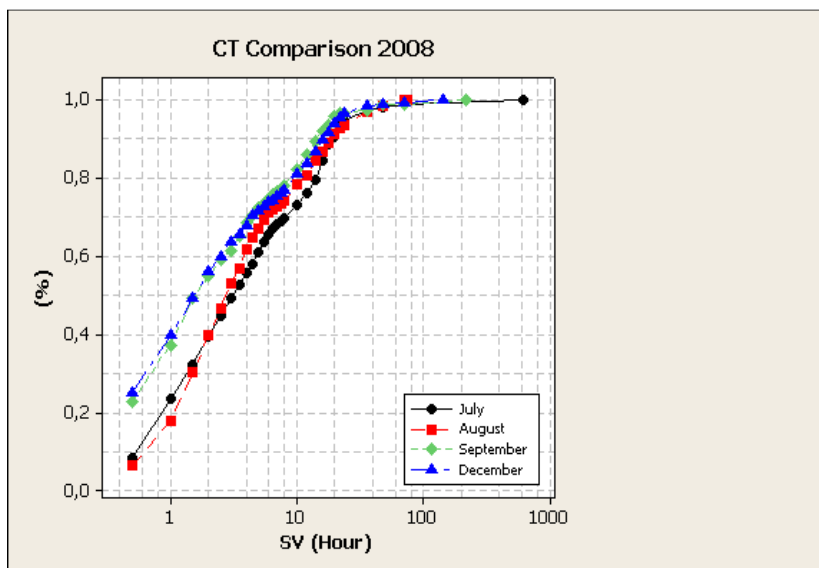
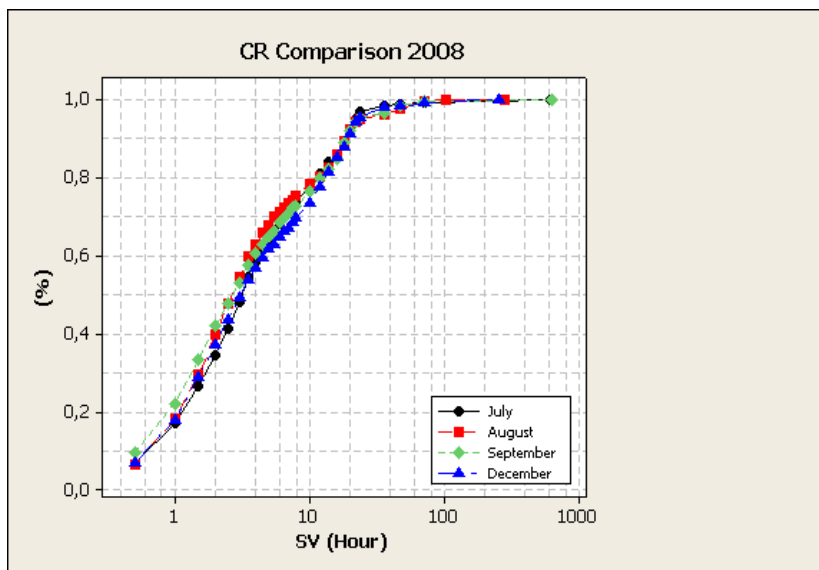
## 5. Zusammenfassung und Fazit

Das hier dokumentierte Pilotprojekt nahm die Reduktion der Befundlaufzeiten zum Anlass, die Mitarbeiter der *Klinik für Strahlendiagnostik* systematisch in das Thema Prozessoptimierung einzuführen. Dabei stand vor allem die Analyse der Prozesse im Rahmen der Volldigitalisierung und die Prüfung der Anwendbarkeit von Six Sigma in unserem Haus im Mittelpunkt. Der Verlauf des Projektes zeigt, dass Six Sigma als stark zahlenbasierter Ansatz zur Analyse, Verbesserung und Überwachung von Prozessen eine belastbare Grundlage für Entscheidungen im klinischen Betrieb bietet.

Prozedurales Denken in allen Abteilungsbereichen und das Bewusstsein, dass Prozessmanagement an der Basis anfängt, sowie eine kontinuierliche Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter sind Voraussetzung für die Umsetzung der Six-Sigma-Philosophie im Gesundheitswesen.

Die Verbesserung des Prozesses wurde nach der Six Sigma-Methode aufgesetzt und konsequent nach dem Prinzip des *DMAIC-Cycle* durchgeführt. Durch die erhöhte Prozesstransparenz und die Umsetzung der erarbeiteten Änderungen konnten wir alle betrachteten Merkmale des Befundungsprozesses verbessern. Die grafische Auswertung der Befundlaufzeiten zwischen Untersuchung und fachärztlicher Vidierung der betrachteten Modalitäten CR, CT und MRT über die Monate Juli bis Dezember 2008 zeigt besonders an den Großgeräten CT und MRT eine kontinuierliche Verbesserung unserer Leistung. Das bedeutet, dass im Dezember nach jedem Zeitintervall prozentual mehr Befunde fertiggestellt wurden als im Juli.

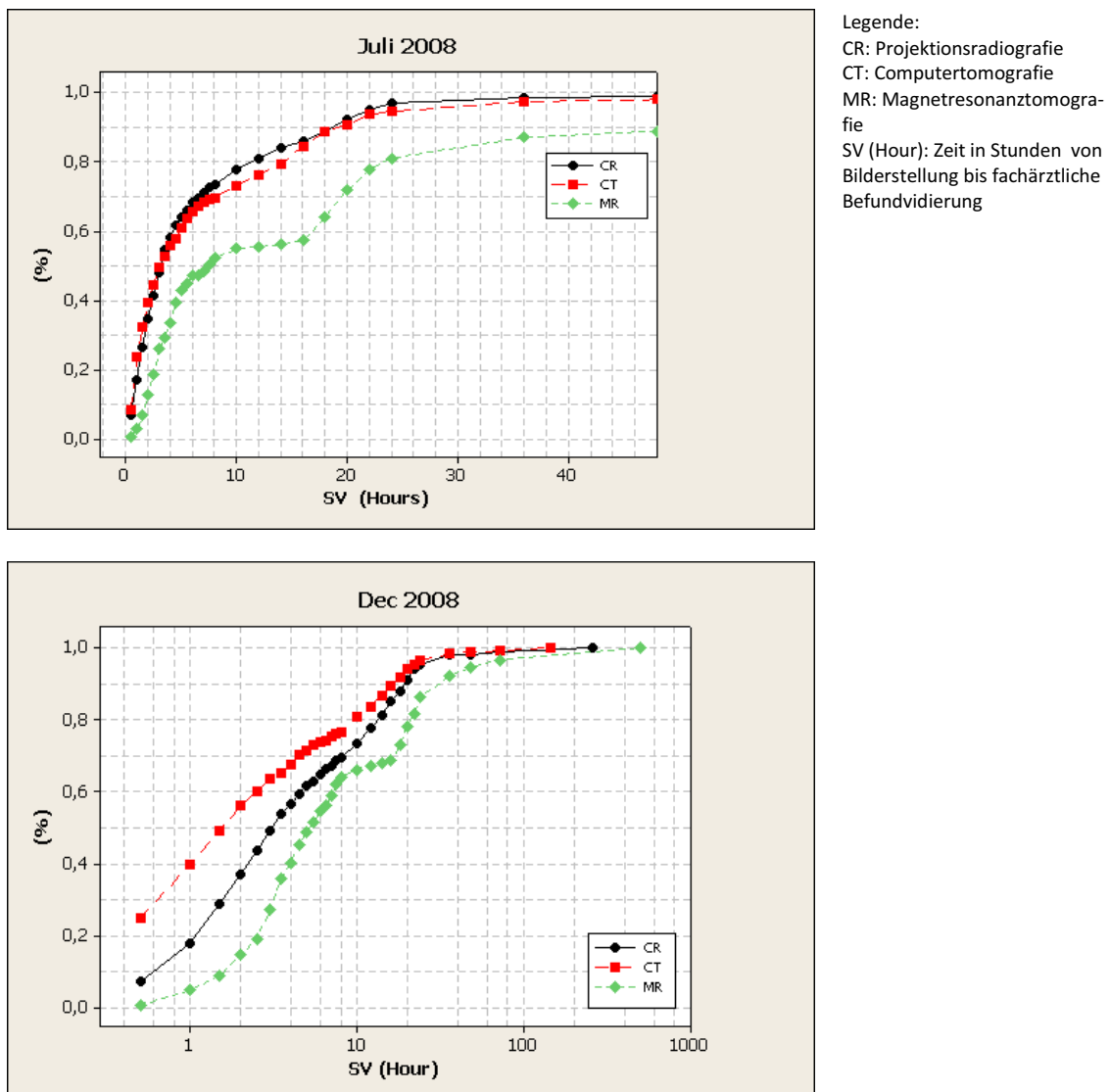
Abbildung 22: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MRT im Verlauf von Juli bis Dez. 2008



Je nach Zeitintervall (4h ,8h, 24h) und betrachteter Modalität (CR, CT, MR) lagen die Verbesserungen zwischen 3% und 20%.

Der Anteil der Langläufer >24h konnte insgesamt von 9,2% auf 3,9% aller Befunde gesenkt werden. Es werden nun also 96,1% aller Befunde innerhalb von 24 Stunden nach Bilderstellung fachärztlich vidiert. Das entspricht im Sinne von Six Sigma 39.000 Fehlern pro 1 Million Fehlermöglichkeiten und damit einem Sigma-Niveau von 3-4. Das Ziel, die Langläufer vollständig zu eliminieren, konnte nicht erreicht werden. Sowohl im Regeldienst als auch im Bereitschaftsdienst entstehen weiterhin prozesskonforme Langläufer, 37% auf Grund verlängerter Befunderfassung, 57% auf Grund verzögerter Vidierung. Die Anzahl der nicht prozesskonformen Langläufer konnte von ca. 40% auf 6% gesenkt werden.

**Abbildung 23: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MR; Juli und Dez. 2008**



Auch wenn die Anzahl der Langläufer insgesamt drastisch gesenkt werden konnte, zeigt der hohe Anteil der prozesskonformen Langläufer, dass trotz einer klaren Prozessanalyse und Identifizierung eindeutiger Potentiale nur eine konsequente Umsetzung der erarbeiteten Änderungen auch wirklich zum Erfolg führt.

Prospektiv wird neben der schnellen Befundverfügbarkeit vor allem die „just in time“-Verfügbarkeit von Terminen und Befunden im Zentrum der Prozessoptimierung stehen: Die gewünschte Untersuchung zum gewünschten Termin und der fachärztlich vidierte Befund zum Zeitpunkt der Therapieentscheidung.

## Literaturverzeichnis

- Boland, G. W. (2006). Stakeholder expectations for radiologists: obstacles or opportunities? *J Am Coll Radiol*, 3(3), 156-163.
- Boland, G. W., Guimaraes, A. S., Mueller, P. R. (2008). Radiology report turnaround: expectations and solutions. *Eur Radiol*, 18(7), 1326-1328.
- Buhr, P., Klinke, S. (2006). Qualitative Folgen der DRG-Einführung für Arbeitsbedingungen und Versorgung im Krankenhaus unter Bedingungen fortgesetzter Budgetierung (Vol. 2): Forschungsgruppe Public Health, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).
- Cavagna, E., Berletti, R., Schiavon, F., Scarsi, B., Barbato, G. (2003). Optimized delivery radiological reports: applying Six Sigma methodology to a radiology department. *Radiol Med*, 105(3), 205-214.
- Chassin, M. R. (1998). Is Health Care Ready for Six Sigma? *The Milbank Quarterly*, 76(4).
- Dannenmaier, G. (2011). KTQ GmbH - Kooperation für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen. from [www.ktq.de](http://www.ktq.de)
- Deming, W. E. (1997). *Out of the Crisis - Principles for Transformation of Western Management*, S. 18. Cambridge: MIT Press - Massachusetts Institute of Technologie.
- Dietrich, E., Schulze, A. (1995). *Statistische Verfahren zur Maschinen- und Prozessqualifikation*. München/Wien Carl Hanser Verlag, .
- DIN. (1995). *DIN EN ISO 8402 - Quality management and quality assurance -Vocabulary* (Deutsches Institut für Normung e. V. ed.). Berlin: Beuth Verlag.
- DIN. (2000). *DIN EN ISO 9000:2000 - Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe* (Deutsches Institut für Normung e.V. ed.). Berlin: Beuth Verlag.

- DIN. (2009). *DIN 69901 - Projektmanagement; Projektmanagementsysteme* (Deutsches Institut für Normung e. V. ed.). Berlin: Beuth Verlag.
- Düssel, M. (2006). *Handbuch Marketingpraxis: Von der Analyse zur Strategie*, S. 20-24. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- EFQM. (2003). *EFQM - Die Grundkonzepte der Excellence - Broschüre, deutsche Fassung* Brüssel: EFQM Representative Office.
- Erturk, S. M., Ondategui-Parra, S., Ros, P. R. (2005). Quality management in radiology: historical aspects and basic definitions. *J Am Coll Radiol*, 2(12), 985-991.
- Fischlein, J., Pfänder, T. (2008a). *Industrielles Klinikmanagement - Projekttypen und ihre Besonderheiten*, S. 154. München: FinanzBuch Verlag.
- Fischlein, J., Pfänder, T. (2008b). *Industrielles Klinikmanagement - Warum das Potential konventioneller Maßnahmen ausgereizt ist*, S. 23. München: FinanzBuch Verlag.
- Hillman, B. J., Amis, E. S., Jr., Neiman, H. L. (2004). The future quality and safety of medical imaging: proceedings of the third annual ACR FORUM. *J Am Coll Radiol*, 1(1), 33-39.
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007a). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen*. Heidelberg: Springer Verlag.
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007b). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen - Six Sigma Rollen*, S18. Heidelberg: Springer Verlag.
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007c). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen, Tool: CTQ-Matrix*, S. 36. Heidelberg: Springer Verlag.

- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007d). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen, Tool: Messgrößenmatrix II*, S. 147. Heidelberg: Springer Verlag.
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007e). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen, Tool: Messgrößenmatrix*, S. 52. Heidelberg: Springer Verlag.
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007f). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen, Tool: SIPOC*, S. 34. Heidelberg: Springer Verlag.
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., Lunau, S., Staudter, C. (2007g). *Six Sigma +Lean Toolset: Verbesserungsprojekte erfolgreich durchführen, Tool: Ursache-Wirkungs-Diagramm*, S. 118. Heidelberg: Springer Verlag.
- Kamiske, G. F. (2000). *Der Weg zur Spitze; Business Excellence durch Total Quality Management - der Leitfaden*. Leipzig: Hanser Fachbuchverlag.
- Kang, J. O., Kim, M. H., Hong, S. E., Jung, J. H., Song, M. J. (2005). The Application of the Six Sigma Program for the Quality Management of the PACS. *AJR Am J Roentgenol*, 185, 1361–1365.
- Koch, R. (1998). *Das 80-20-Prinzip: Mehr Erfolg mit weniger Aufwand*. Frankfurt a. M.: Campus Verlag GmbH.
- Kruse, T. (2004). *Die Six Sigma Methode als Weiterentwicklung des Total Quality Managements*. München: GRIN Verlag.
- Lepanto, L., Pare, G., Aubry, D., Robillard, P., Lesage, J. (2006). Impact of PACS on dictation turnaround time and productivity. *J Digit Imaging*, 19(1), 92-97.



- Linke, H. (2008a). „Der Patient als Mittel. Punkt!“ oder „Der Patient als Mittelpunkt“ - Radiologiemangement und Prozessoptimierung (Vol. 3): Dynamik für die Radiologie Unternehmensberatung GmbH - Delphimed.
- Linke, H. (2008b). Keine Angst vor Kennzahlen - Balanced Scorecard (BSC) und kontinuierliche Prozessverbesserung in der Radiologie. *Krankenhaus Umschau*, 3(Zielperspektive Kunde), 42-45.
- Mabey, C., Caird, S. (1999). *Building Team Effectiveness*, S. 7. Milton Keynes: Open University.
- Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B. (2003a). *Six Sigma umsetzen - Die Einführung von Six Sigma in Ihrem Unternehmen*, S. 55. München: Hanser Wirtschaft Verlag.
- Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B. (2003b). *Six Sigma umsetzen - Einbeziehung der Mitarbeiter - Konzeptioneller Rahmen*, S. 24. München: Hanser Wirtschaft Verlag.
- NAR. (2002). *DIN V 6868-57 - Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben - Teil 57: Abnahmeprüfung an Bildwiedergabegeräten* (NA-080 Normenausschuss Radiologie des deutschen Instituts für Normung e.V. ed.). Berlin: Beuth Verlag.
- Ondategui-Parra, S., Bhagwat, J. G., Zou, K. H., Gogate, A., Intriere, L. A., Kelly, P., Seltzer, S. E., Ros, P. R. (2004). Practice management performance indicators in academic radiology departments. *Radiology*, 233(3), 716-722.
- Reinhard, G. (1996). *Qualitätsmanagement: Ein Kurs für Studium und Praxis*. Berlin: Springer.
- Seltzer, S. E., Kelly, P., Adams, D. F., Chiango, B. F., Viera, M. A., Fener, E., Hooton, S., Bannon-Rohrbach, S., Healy, C. D., Doubilet, P. M., Holman, B. L. (1997). Expediting the turnaround of radiology reports in a teaching hospital setting. *AJR Am J Roentgenol*, 168(4), 889-893.
- Seltzer, S. E., Kelly, P., Adams, D. F., Chiango, B. F., Viera, M. A., Fener, E., Rondeau, R., Kazanjian, N., Laffel, G., Shaffer, K., et al. (1994). Expediting the turnaround of radiolo-

gy reports: use of total quality management to facilitate radiologists' report signing. *AJR Am J Roentgenol*, 162(4), 775-781.

Slater, R. (1999). *Jack Welch and the GE Way: Management Insights and Leadership Secrets of the Legendary CEO* New York: McGraw-Hill Professional.

Staus, B. (1994). *Qualitätsmanagement und Zertifizierung: Von DIN ISO 9000 zum Total Quality Management S. 31*. Wiesbaden: Gabler.

Strife, J. L., Gary, L. E., Becker, J., Dunnick, N. R., Bosma, J., Hattery, R. R. (2007). The American Board of Radiology perspective on maintenance of certification: part IV--Practice quality improvement in diagnostic radiology. *AJR Am J Roentgenol*, 188(5), 1183-1186.

Surowiecki, J., Beckmann, G. (2007). *Die Weisheit der vielen: Warum Gruppen klüger sind als einzelne*. München: Goldmann Verlag.

Toutenburg, H., Knöfel, P. (2007a). *Six Sigma: Methoden und Statistik für die Praxis - Kapitel 3 - Measure*, S. 71. Berlin: Springer Verlag.

Toutenburg, H., Knöfel, P. (2007b). *Six Sigma: Methoden und Statistik für die Praxis - Kapitel 4 - Analyze*, S.139. Berlin: Springer Verlag.

Toutenburg, H., Knöfel, P. (2007c). *Six Sigma: Methoden und Statistik für die Praxis - Überblick über Six Sigma*, S.2. Berlin: Springer Verlag.

Trittin, J. (2003). Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV). In N. u. R. Bundesamt für Umwelt (Ed.) (Vol. Teil 1, pp. 604): BGBl.

Trumm, C. G., Glaser, C., Paasche, V., Crispin, A., Popp, P., Kuttner, B., Francke, M., Nissen-Meyer, S., Reiser, M. (2006). Impact of a PACS/RIS-integrated speech recognition system on radiology reporting time and report availability. *Rofo*, 178(4), 400-409.

Trusko, B. E., Pexton, C., Harrington, H. J., Harrington, J., Gupta, P. (2007). *Improving Healthcare Quality and Cost with Six Sigma - Benefiting From Six Sigma*, S. 164-166  
Prentice Hall: Financial Times.

Ulsenheimer, K., Heinemann, N. (1997). Legal aspects of teleradiology. *Radiologe*, 37(4), 313-321.

Wagner, K. W., Patzak, G. (2007). *Performance excellence: Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement*. München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008a). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma* (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008b). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Phase Analyze*, S. 185 - 252 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag

Wappis, J., Jung, B. (2008c). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Phase Controle*, S. 288-315 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008d). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Phase Define*, S 79 - 86 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008e). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Phase Improve*, S. 262 - 287 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag

Wappis, J., Jung, B. (2008f). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Phase Measure*, S. 87 - 184 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008g). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Projektabwicklung*, S 15 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008h). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Projektauftrag*, S. 16 (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wappis, J., Jung, B. (2008i). *Taschenbuch Null-Fehler-Management - Umsetzung von Six Sigma, Six Sigma - ein geheimnisvoller Name für ein Verbesserungsprogramm, S. 4* (2. Auflage ed.). München: Carl Hanser Verlag.

Wildemann, H. (1990). *Das Just-in-time-Konzept: Produktion und Zulieferung auf Abruf*. München GFMT-Verlag, .

Zink, K. J. (2004). *TQM als integratives Managementkonzept: Das EFQM Excellent Modell und seine Umsetzung*. . München: Carl Hanser Verlag.

## Anhang

Tabelle 4: 1: Auflistung der in der Analyze-Phase identifizierten Probleme und deren Wichtung nach Einfluss auf die Befundlaufzeiten und nach Änderungsmöglichkeit im Rahmen des Projektes. 2. Ergänzung der 1. Tabelle mit den in der Improve-Phase erarbeitete Lösungsansätzen.

1. Phase Analyze			2. Phase Improve	
Was führt wo zu langen Befundlaufzeiten	Einfluss	C/N/V	Lösungsansatz	in out
Management				
Radiol. Abteilung ist nicht Herr des PACS	hoch	C	Antrag ZIV	
Spracherkennungssoftware nicht für jeden verfügbar	mittel	C	Antrag ZIV	
Zu wenig PACS-Workstations	hoch	C	Bedarfsplanung --> Antrag Geschäftsführung	Out
Zu wenig PACS-Lizenzen	hoch	C	Bedarfsplanung --> Antrag Geschäftsführung	Out
keine klare Trennung von Forschung, Lehre und Klinik	mittel	V	Z. B. Freistellung eines AA und eines FA für Forschung	
Keine offizielle Einweisung bei der Einstellung	hoch	V	Erstellung von Organigrammen und FAQ-Listen. Etablierung einer standardisierten Mitarbeiterschulung mit bei Arbeitsantritt über die Organisation der Abteilung nach Berufsgruppen. Inhaltliche Ausarbeitung des Schulungsunterlagen	
Keine offizielle Einweisung bei der Einstellung (Intranet nicht intuitiv erfassbar)	mittel	V	Überarbeitung der Intranetstruktur. Ergänzung des Index.	Out
Zu wenig Einarbeitungszeit (an den Großgeräten)	mittel	V	Notfall-/Nachtdienstführerschein für Großgeräte. Erstellung von Untersuchungslisten für den Notfall. Exemplarische Abarbeitung dieser Listen während der Arbeitszeit (Mittwoch und Freitag). Pflichtenheft für Einarbeitung mit Unterschrift, danach Refresh in Quartalsrhythmus. --> Dienstfähigkeit sicherstellen	

Personalmangel (AA, FA, MTRA)	hoch	C	Bedarfsplanung : - Benchmarking, wieviele Befunde welcher Art kann ein AA oder FA in 8,5 Stunden schreiben...) Wieviel Zeit verbringt ein AA oder FA am Tag mit Befundung, wieviel Zeit mit anderen Tätigkeiten?	Out
<b>Menschen</b>				
<b>Leitstelle</b>				
VA kommen nicht pünktlich bei AA an	mittel	V	Dienstanweisung an MTRA, Archiv oder Leitstelle zur Beschaffung der VA.	
Ambulante Patienten kommen ohne Blutwerte zur Untersuchung oder sind unter einer nicht mehr aktuellen Fallnummer angemeldet.	hoch	V	Prüfung der Blutwerte auf Vollständigkeit durch Leitstelle. Hierfür Vermerk über die benötigten Blutwerte in der Indikationsprüfung. Überprüfung der Fallnummer, bevor Patient zur Untersuchung geschickt wird.	
<b>DV</b>				
Zuständigkeiten nicht klar „Wen für was fragen“	hoch	V	Erstellung von Organigrammen und FAQ-Listen Zuständigkeiten von ZIV beantragen und übernehmen	
PACS nicht performant	hoch	C	Dokumentation der Probleme über das Fehlertool wie bisher. Darüberhinaus 1 zu 1 Weiterleitung der Fehler an die ZIV.	
<b>MTRA</b>				
Kein eindeutiger Ansprechpartner bei Problem	hoch	V	Erstellung von Organigrammen und FAQ-Listen	
Quittieren im Block Unvollständiges Abarbeiten eines Patienten	niedrig	V	Dienstanweisung "Bevor ein neuer Patient in den Untersuchungsraum geholt wird, muss der vorherige Patient vollständig bearbeitet und quittiert sein	
Ansprechpartner bei Gerätefehlern nicht bekannt	mittel	V	Erstellung von Organigrammen und FAQ-Listen	
Patienten werden morgens zu spät bestellt, dadurch Spitzen am Mittag	hoch	V	Abbestellen des ersten durch den Nachtdienst. Liste der zu bestellenden Patienten am Vortag.	
Quittierungsfehler: „kein befundender Arzt eingetragen“	hoch	V	Arbeitstäglich mehrfache Kontrolle der möglichen Listen durch Serviceteam.	

„falscher befundender Arzt eingetragen“ Quittierungsfehler „sonstige“			Fr. Klinge (nur halbtags), Fr. Heise, Vertretung? Wochenende? <u>Ausblick RIS-NICE:</u> Nicht aktive Mitarbeiter aus der Liste entfernen oder in der Liste deaktivieren.	
Button „fertig kein Befund“ zu nah an Button „Befundung“	niedrig	C/V	Orbis Anpassung derzeit nicht möglich --> RIS-NICE	Out
Abstürze beim Quittieren	niedrig	C	Orbisproblem	Out
<b>Assistenzarzt/Assistenzärztin (AA)</b>				
Keine Workstation verfügbar	hoch	C	Bedarfsplanung	Out
Bilder im PACS nicht richtig verknüpft	hoch	V	Rücksendung des Befundes an MTRA	
Liste des AA zum Dienstende nicht leer	mittel	V	Identifizierung der SDI- (same day investigation) Befundung und arbeitstägliches Leeren der Listen	
Zuviele Befunde auf einmal	hoch	N/V	siehe Problem "Personalmangel"	Out
Leerlauf am Morgen – Stress vor Dienstschluss	hoch	V	Koordination Dienstplan MTRA - AA - FA, soweit möglich	
Einsatz für Forschung und Lehre	niedrig	V	siehe oben	
häufige Unterbrechung durch Braunüle legen	hoch	V	Braunüle legen durch Arzthelferin/MTRA --> hierfür Klärung des rechtlichen Rahmens, Einarbeitung, Anweisung / schriftliche Aufforderung	
häufige Unterbrechung durch Pieper und Telefon	hoch	V	Pieper zum Springer	
Demos laden und vorbereiten	hoch	V	Demo laden und vorbereiten durch Servicepersonal Hierfür separater Rechner für das Einlesen der Fremdaufnahmen an der inneren Leitstelle	
Feedbackschleife AA – FA	hoch	V	Änderung möglich zu Lasten der Ausbildung	
FA steht für Rückfragen nicht immer zur Verfügung	mittel	V	Besprechungszeiten einrichten ggf. auch im Bereitschaftsdienst	
Internet für Literaturrecherche nicht überall verfügbar	mittel	C	Beantragt	

<b>Facharzt/Fachärztin (FA)</b>				
Einsatz für Forschung und Lehre	hoch	V	siehe oben	
Einsatz für Demos	hoch	C	Quantifizierung, siehe „Bedarfsplanung“ unter „Personalman- gel“	Out
Liste des FA zum Dienstende nicht leer	hoch	V	Hintergrund - FA länger im Haus oder am Abend erneut im Haus? Klärung der „Notwendigkeit“	
Kein FA für den Assistenzarzt mit "Langem Dienst" im Haus	hoch	V	Hintergrund - FA länger im Haus oder am Abend erneut im Haus? Klärung der „Notwendigkeit“	
Keine Workstation verfügbar	hoch	C	Bedarfsplanung	Out
Feedbackschleife AA – FA (Hin- und Herschicken eines Befundes zwecks Korrektur und Rekorrektur)	hoch	V	Änderung möglich zu Lasten der Ausbildung (Limitierung der Schleifen und untertägiges Abarbeiten)	
häufige Unterbrechung (der Besprechung) durch Braunüle legen, selbst oder durch AA	hoch	V	siehe oben	
häufige Unterbrechung durch Pieper und Telefon für Befundnachfrage	niedrig	V	Befundnachfrage für "dringend" und Notfall nur über den "Springer" Befundnachfrage Anmeldung als „normal“ nur online, ggf. Vorabbefund	
häufige Unterbrechung durch Pieper und Telefon für Indikationsprüfung	hoch	N/V	soweit möglich Anmeldung ausschließlich über Orbis mit eindeutiger Priorisierung nach "Notfall", "dringend" und "normal". Alternativ: Indikationsprüfung durch übergeordnete Stelle	out
Langsames Befunden durch Rückfragen bei Patienten oder zuweisendem Kollegen	niedrig	C		
AA steht für Rückfragen nicht immer zur Verfügung	mittel	V	Besprechungszeiten einrichten	
Demowesen ergibt neue Aspekte, die in den Befund eingearbeitet werden	mittel	C	ggf. Vorabbefund, vidiierter Befund nach der Demo.	
<b>Mitwelt</b>				



<b>Zuweiser</b>				
Keine vollständige Anamnese im Befundformular	mittel	N		
Pieper- & Telefonterror	hoch	N	Pieper zum Springer - Einrichtung "Anlaufstelle"	
Anmeldung unter falscher Fallnummer	niedrig	N	Kontrolle durch Leitstelle	
Zuständiger Anmelder nicht erreichbar	niedrig	N		
Unpräzise Anmeldung nach „Orbis-Kriterien“ Normal, Dringend, Notfall	mittel	N	Kommunikation mit den Zuweisern. Garantierte Befundungszeiten bei korrektem/sinnvollem Anmelden	out
<b>ZIV</b>				
Keinen lokalen PACS-Zugriff Kein zeitnahes Troubleshooting möglich	hoch	C	Antrag ZIV auf Zugriffsberechtigung	
Kein Notdienst	hoch	C	Antrag ZIV auf Zugriffsberechtigung	
CTQ (Normal, Dringend, Notfall)			messbar machen	out

In: Im Fokus des Projektes

Out: nicht im Fokus des Projektes

C: konstanter Einflussfaktor; keine Änderungsmöglichkeit im Rahmen des Projektes

N: Noise, unvorhersehbare Einflussfaktoren; keine aktiven Änderungen im Rahmen des Projektes möglich

V: variable Einflussfaktoren; Änderung im Rahmen des Projektes möglich

ZIV: Zentrale Informationsverwaltung

PACS: Picture Archiving and Communicating System

AA: Assistenzarzt

FA: Facharzt

MTRA: Medizinisch technischer Röntgenassistent

RIS-NICE: Zukünftig geplantes Radiologie-Informationssystem

Demo: Klinisch-radiologische Demonstration der Röntgenbilder etc.

CTQ= Critical to Quality: Qualitätskritisches Merkmal

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich PDCA-Cycle von W. Deming und DMAIC-Cycle der Six-Sigma-Systematik- 27 -

Tabelle 2: Prozentuale Zuordnung der Langläufer 01/07 – 01/08 zu den ausgewerteten Zeitspannen..... - 44 -

Tabelle 3: Vergleichende Auswertung der Langläufer Juli & Dez. 2008 nach Modalitäten.... - 71 -

Tabelle 4: 1: Auflistung der in der Analyze-Phase identifizierten Probleme und deren Wichtung nach Einfluss auf die Befundlaufzeiten und nach Änderungsmöglichkeit im Rahmen des Projektes. 2. Ergänzung der 1. Tabelle mit den in der Improve-Phase erarbeitete Lösungsansätzen. .... - 109 -

Abbildung 1: Status quo der radiologischen Prozessabläufe ..... - 11 -

Abbildung 2: Boxplot zur Auswertung der Total Turnaround Time (TTAT) in der Klinik für Strahlendiagnostik aus Januar 2006 über alle Modalitäten..... - 15 -

Abbildung 3: Überblick über die Arbeitslisten in ORBIS OPENMED. Geöffnet ist die leere Befundungsliste eines Assistenzarztes..... - 18 -

Abbildung 4: Screenshot eines Befundungsmonitors der PACS-Workstation eines radiologischen Befundungs-arbeitsplatzes. .... - 21 -

Abbildung 5: Screenshot des "Openmed"-Monitors der PACS-Workstation eines radiologischen Befundungs-arbeitsplatzes..... - 22 -

Abbildung 6: Screenshot des 3-Monitor-Befundungsarbeitsplatz. RIS-PACS-Kombination. ... - 22 -

Abbildung 7: Screenshot des Webviewers auf einem peripheren KAS-Rechner. .... - 23 -

Abbildung 8: SIPOC – Das Tool der Projektfokussierung ..... - 29 -

Abbildung 9: Tool I - Voice of Customer (VoC) to CTQ (John, 2007c) ..... - 31 -

Abbildung 10: Schablone eines Ishikawa-Fischgrätendiagramms (Ursachen-Wirkungs-Diagramm) - Ausgangsbasis zur Identifizierung der Einflussfaktoren auf die Länge der Befundlaufzeiten. .... - 40 -

Abbildung 11: Pareto Chart zur Differenzierung der Langläufer > 24h, Juli 2008 ..... - 51 -

Abbildung 12: Pareto-Analyse des Arbeitsverhaltens zwischen 3,5 und 24 Stunden RTAT. ... - 52 -

Abbildung 13: Auswertung der CT-Befunde aus dem Monat Juli, getrennt nach Bereitschaftsdienst, Regeldienst mit und ohne "just-in-time"-Befunde. .... - 70 -

Abbildung 14: Vergleich der CR-Befundlaufzeiten von Juli und Dez. 2008; nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst..... - 72 -

Abbildung 15: Auswertung der CR-Langläufer im Dez. 2008 nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst..... - 73 -

Abbildung 16: Vergleich der CT-Befundlaufzeiten von Juli und Dez. 2008; nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst..... - 74 -

Abbildung 17: Auswertung der CT-Langläufer im Dez. 2008 nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst..... - 76 -

Abbildung 18: Vergleich der MR-Befundlaufzeiten von Juli und Dez. 2008; nach Regeldienst und Bereitschaftsdienst..... - 77 -

Abbildung 19: Auswertung der MR-Langläufer im Dez. 2008; keine Langläufer im Bereitschaftsdienst..... - 78 -

Abbildung 20: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MRT im Verlauf von Juli bis Dez. 2008 .....	- 79 -
Abbildung 21: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MR; Juli und Dez. 2008.....	- 80 -
Abbildung 22: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MRT im Verlauf von Juli bis Dez. 2008 .....	- 99 -
Abbildung 23: Vergleich der Befundlaufzeiten über die Modalitäten CR, CT und MR; Juli und Dez. 2008.....	- 100 -

## Zusammenfassung

Die zunehmende Ökonomisierung des Gesundheitswesens erfordert von den wirtschaftlich und medizinisch Verantwortlichen neue Lösungskonzepte, um wirtschaftlich bestehen zu können und dabei weiterhin gleich hohe Qualität in der Patientenversorgung zu gewährleisten. Die Optimierung über Personalabbau, Bildung von „Einkaufsgemeinschaften“ und die Volldigitalisierung der radiologischen Abteilungen ist weitgehend ausgereizt, so dass der nächste Schritt die konsequente Optimierung der Prozesse ist.

Im Vergleich radiologischer Kliniken wird die Zeit zwischen Durchführung einer Untersuchung und fachärztlicher Vidierung (report turn around time - RTAT) zunehmend als Leistungsindikator angesehen, da sie gemeinsam mit der zeitnahen Verfügbarkeit radiologischer Diagnostik unmittelbaren Einfluss auf die Patientenverweildauer und damit auf den wirtschaftlichen Erfolg eines Klinikums hat.

Zur Optimierung der RTAT setzten wir die aus der produzierenden Industrie bekannte Six-Sigma-Methode ein. Ihr Kernelement ist die Beschreibung, Messung, Analyse, Verbesserung und Überwachung von Prozessen mit statistischen Mitteln. Zudem bietet die klar strukturierte Herangehensweise an Prozesse eine hervorragende Grundlage für den Einstieg in prozessorientiertes Management.

Mit der Six Sigma Methode gelang es, die RTAT der betrachteten Modalitäten CR, CT und MRT über die Monate Juli bis Dezember 2008, je nach betrachtetem Zeitintervall (4h, 8h, 24h) und betrachteter Modalität (CR, CT, MR), zwischen 3% und 20% zu verbessern.

Der Anteil der Langläufer > 24 h RTAT konnte von 9,2% auf 3,9% aller Befunde gesenkt werden. Es werden nun also unabhängig von Wochentag oder Tageszeit 96,1% aller Befunde innerhalb von 24 Stunden nach Bilderstellung fachärztlich vidiert. Das Ziel, die Langläufer vollständig zu eliminieren, konnte nicht erreicht werden. Sowohl im Regeldienst als auch im Bereitschaftsdienst entstehen weiterhin prozesskonforme Langläufer, 37% auf Grund verlängerter Befunderfassung, 57% auf Grund verzögerter Vidierung. Die Anzahl der nicht prozesskonformen Langläufer konnte von ca. 40% auf 6% gesenkt werden.

Zusätzlich führte der Einsatz von Six-Sigma bei allen Mitarbeitern zu einem arbeitsplatzübergreifenden Verständnis der internen Prozesse.

Prozesstransparenz gepaart mit konsequenter Fehlervermeidung ermöglicht eine deutlich höhere Leistung bei identischem Einsatz von Personal- und Technik-Ressourcen.

## Abstract

Finding new solutions for the challenge of cost- effective patient care without hazardizing the high quality of medical standard, is the key to optimization of the German health system.

Means like staff reduction, implementing purchasing pools or digitalization of radiology have been generally established in Medical Care Management. The next step to economization is optimization of the involved processes.

One of the important benchmarks to compare the performance of radiologic departments is the "report turn-around time" (RTAT), the period of time between the x-r ay examination and the validation by the specialist, as together with the availability of prompt radiologic diagnostics it has direct influence on the average length of stay and thereby on the economic success of every single hospital.

For the optimization of the RTAT we used the Six-Sigma-Method, well-known from process management in manufacturing industries, e.g. General Electric or Toyota. The core elements of Six- Sigma are to describe, measure, analyze, improve and control all kinds of processes using statistical methods. Furthermore it offers by its firmly structured approach to process analysis an excellent base for process-oriented management.

By using Six-Sigma we were able to shorten the RTAT depending on the modality (CR, CT or MRT) and on the interesting specified time interval (4h, 8h, 12h) between 3% and 20%.

The amount of long lead time reports (LLTR) (more than 24h RTAT) could be reduced from 9,2% to 3,9% of total reports.

Now we are able to validate independently of weekdays or time of day 96,1% of total reports. The aim of eliminating every single LLTR was not achievable. 37% of the remaining process-conform LLTR were due to extended acquisition time, 57% to delayed validation. The amount of non-process-conform LLTR were reduced from 40% of total reports to 6%.

As positive side-effect the implementation of Six-Sigma led to a general improvement of understanding of intern process management in our members of staff.

Using the same human and technical resources process transparency combined with optimization and consequent error prevention makes significant higher performance possible.

## **Verzeichnis der akademischen Lehrer**

Meine akademischen Lehrer waren Damen/Herren in Marburg

Klingmüller, Klose, Rominger

und in Gießen

Alzen, Beck, Bödeker, Böker, Breithaupt, Bretzel, Dreyer, Duncker, Eikmann, Erdogan, Fleischer, Gallhofer, Gieler, Giese, Gräf, Graubner, Grimminger, Hackenberg, Hahnewald, Hempelmann, Howald, Janßen, Kaps, Kaufmann, Kemkes-Matthes, Kummer, Lasch, Lohmeyer, Müller, Nöll, Nowacki, Oehmke, Olschewski, Padberg, Pieper, Rau, Schäffer, Schiefer, Schill, Schinke, Schneider, Schnettler, Schulz, Seeger, Stahl, Stöckmann, Stürz, Sziegoleit, Tillmanns, Tinneberg, Valerius, Vollerthun, Walmrath, Weidner, Weiler, Willems, Wüsten,

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater und Mentor Prof. Dr. K. J. Klose für die Überlassung des ungewöhnlichen und innovativen Themas und für seine Unterstützung in Durchführung und Strukturierung des Projektes.

Ich danke meinen Eltern, die mir mit Beharrlichkeit den Weg gezeigt haben, der mich schlussendlich zu dieser Dissertation geführt hat.

Ich danke meiner Frau Gesa für die liebevolle Unterstützung, die Korrekturen und die konstruktiven Vorschläge.

Ich danke Herrn Karlheinz Eckert, meinem Six Sigma Ausbilder und „Master Black Belt“, für die ausführliche Einführung in die Systematik und für die „systematische“ Begleitung des Projektes.

Abschließend möchte ich mich bei den Mitarbeitern der Klinik für Strahlendiagnostik bedanken, deren engagierte Mitarbeit ausschlaggebend für die guten Ergebnisse des Verbesserungsprojektes war.